



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA ARENA TRITURADA, PARA
OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f'c=210$ KG/CM², EN
LA CIUDAD DE CHICLAYO**

**PRESENTADO POR
JAIRO SMITH RUIZ ROJAS**

ASESORES

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARIA
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**APLICACIÓN DE LA ARENA TRITURADA, PARA OPTIMIZAR LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO F´C=210
KG/CM2, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

RUIZ ROJAS JAIRO SMITH

ASESORES

**OBLITAS SANTA MARIA JUAN MANUEL
VILLAR GALLARDO ERNESTO ANTONIO**

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres, hermanos y a toda mi familia, quienes me dieron todas las fuerzas necesarias y que gracias a ellos logro alcanzar mis objetivos y metas en la vida.

AGRADECIMIENTO

A los asesores de esta tesis, por su atención y pertinente acompañamiento en el camino de los métodos de investigación.

ÍNDICE

Pág.

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1.	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3.1.	Problema General	3
1.3.2.	Problemas específicos.....	3
1.4.	OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	3
1.4.1.	Objetivo General.....	3
1.4.2.	Objetivos Específicos	3
1.5.	IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.1.	Justificación de la Investigación	4
1.5.2.	Alcances y Limitaciones	4
1.5.3.	Viabilidad de la Investigación	5
1.5.4.	Impacto Potencial de La Investigación	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.1.1.	Antecedentes Nacionales.....	6
2.1.2.	Antecedentes Internacionales	9
2.2.	BASES TEÓRICAS	12
2.2.1.	Concreto.....	12
2.2.2.	Agregados	12
2.2.3.	Cemento Portland.....	15
2.2.4.	Agua	19
2.2.5.	Aditivos	19
2.2.6.	Ensayos de Laboratorio.....	19
2.2.7.	Diseño de mezcla	24
2.2.8.	Propiedades del Concreto en Estado Fresco	27
2.2.9.	Propiedades del Concreto en Estado Endurecido	29
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	31
2.3.1.	Consistencia.....	31
2.3.2.	Segregación	31
2.3.3.	Exudación.....	31

	Pág.
2.3.4. Durabilidad	31
2.4. BASES NORMATIVAS	32
2.4.1. Normativa de Agregados	32
2.4.2. Normativa de Concreto.....	32
2.5. HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS.....	33
2.5.1. Hipótesis General	33
2.5.2. Hipótesis Específicas.....	33
2.6. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	33
2.6.1. Variables Independientes	33
2.6.2. Variables Dependientes.....	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	34
3.1.1. Nivel de Investigación.....	34
3.1.2. Enfoque o Tipo de Investigación	34
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.2.1. Ámbito Temporal y Espacial	35
3.2.2. Población.....	35
3.2.3. Muestra.....	35
3.3. INSTRUMENTOS	36
3.4. PROCEDIMIENTO.....	37
CAPÍTULO IV DESARROLLO	
4.1. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	38
4.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados	38
4.1.2. Contenido de Humedad de los Agregados	42
4.1.3. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino	44
4.1.4. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso	49
4.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados	50
CAPÍTULO V RESULTADOS	
5.1. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	53
5.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados	53
5.1.2. Contenido de Humedad de los Agregados	56
5.1.3. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino	58
5.1.4. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso	59
5.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados	59
5.1.6. Resumen de Ensayos del Agregado Fino	61
5.1.7. Resumen de Ensayos del Agregado Grueso.....	61

	Pág.
5.2. DATOS DE DISEÑO DE MEZCLA	62
5.2.1. Diseño de Mezcla – Dosificación 01	62
5.2.2. Diseño de Mezcla – Dosificación 02.....	66
5.3. ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO	71
5.3.1. Ensayo de asentamiento	71
5.4. ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO	74
5.4.1. Ensayo Resistencia a Compresión de Cilindros de Concreto.....	74
5.4.2. Ensayo de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral	82
5.4.3. Ensayo de la Resistencia a la Tracción por Flexión	89
 CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
6.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	95
6.1.1. Contrastación de la Trabajabilidad	96
6.1.2. Contrastación de Resistencia a la Compresión	97
6.1.3. Contrastación de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.....	98
6.1.4. Contrastación de Resistencia a la Tracción por Flexión	100
 CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
FUENTES DE INFORMACIÓN	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Límites para la granulometría del agregado fino.....	20
Tabla 2 Límites para la granulometría del agregado grueso.....	21
Tabla 3 Resistencia a la Compresión Promedio	24
Tabla 4 Resistencia a la Compresión Promedio	25
Tabla 5 Volumen Unitario de Agua	25
Tabla 6 Relación Agua/Cemento del Concreto.....	26
Tabla 7 Módulo de Finura de la Combinación	26
Tabla 8 Matriz de Operacional de las Muestras.....	36
Tabla 9 Granulometría del Agregado Fino (Arena Triturada).....	53
Tabla 10 Granulometría del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).....	54
Tabla 11 Granulometría del Agregado Grueso (Piedra Chancada).	55
Tabla 12 Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).....	56
Tabla 13 Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Triturada).....	57
Tabla 14 Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Piedra Chancada).	57
Tabla 15 Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Triturada).	58
Tabla 16 Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).	58
Tabla 17 Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada).	59
Tabla 18 Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino (Arena Triturada).....	59
Tabla 19 Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).	60
Tabla 20 Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso (Piedra Chancada).	60
Tabla 21 Resumen de Ensayos de Agregado Fino (Arena Triturada).	61
Tabla 22 Resumen de Ensayos de Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).	61
Tabla 23 Resumen de Ensayos de Agregado Grueso (Piedra Chancada.	61
Tabla 24 Resistencia a la Compresión Promedio del Diseño 01	62
Tabla 25 Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 01	63
Tabla 26 Cálculo Volumen absoluto de la Pasta	64
Tabla 27 Cálculo Volumen absoluto de Agregado Grueso y Agregado Fino.....	64
Tabla 28 Volumen Absoluto de Materiales del Diseño 01.....	64
Tabla 29 Valores de Diseño - Dosificación 01	65
Tabla 30 Valores de Diseño Corregido - Dosificación 01.....	65
Tabla 31 Valores de Diseño Corregidos por Humedad de Agregados - Dosificación 01	65
Tabla 32 Valores de Diseño de la Proporción por Tanda Corregidos - Dosificación 01	66
Tabla 33 Valores de Diseño de la Proporción por Peso Corregidos - Dosificación 01	66

	Pág.
Tabla 34 Resistencia a la Compresión Promedio del Diseño 02	66
Tabla 35 Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 02	68
Tabla 36 Cálculo Volumen absoluto de la Pasta del Diseño 02.....	68
Tabla 37 Cálculo Volumen absoluto de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 02	68
Tabla 38 Volumen Absoluto de Materiales del Diseño 02.....	68
Tabla 39 Valores de Diseño - Dosificación 02	69
Tabla 40 Valores de Diseño Corregido - Dosificación 02.....	69
Tabla 41 Valores de Diseño Corregidos por Humedad de Agregados - Dosificación 02.....	70
Tabla 42 Valores de Diseño de la Proporción por Tanda Corregidos - Dosificación 02	70
Tabla 43 Valores de Diseño de la Proporción por Peso Corregidos - Dosificación 01	70
Tabla 44 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Compresión.....	72
Tabla 45 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Compresión Diametral.....	73
Tabla 46 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Tracción por Flexión.	73
Tabla 47 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Compresión.....	73
Tabla 48 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Compresión Diametral.....	74
Tabla 49 Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Tracción por Flexión.	74
Tabla 50 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 01	76
Tabla 51 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 02.	77
Tabla 52 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 01.	78
Tabla 53 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 02.	79
Tabla 54 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 01.	80
Tabla 55 Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 02.	81
Tabla 56 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 01.....	83
Tabla 57 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 02.....	84
Tabla 58 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 01.....	85
Tabla 59 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 02.....	86

Tabla 60 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 01.....	87
Tabla 61 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 02.....	88
Tabla 62 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 01.	91
Tabla 63 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 02.	92
Tabla 64 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 01.	93
Tabla 65 Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 02.	94
Tabla 66 Resumen del Asentamiento Promedio.....	96
Tabla 67 Contrastación de Hipótesis Específica 01.....	96
Tabla 68 Resumen de la Resistencia por Compresión.....	97
Tabla 69 Contrastación de Hipótesis Específica 02.....	98
Tabla 70 Resumen de la Resistencia a Tracción por Compresión Diametral.....	99
Tabla 71 Contrastación de Hipótesis Específica 03.....	99
Tabla 72 Resumen de la Resistencia a la Tracción por Flexión.....	100
Tabla 73 Contrastación de Hipótesis Específica 03.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 <i>Diagrama de flujo del Procedimiento Experimental</i>	37
Figura 2 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	39
Figura 3 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	39
Figura 4 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	40
Figura 5 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	40
Figura 6 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Grueso</i>	41
Figura 7 <i>Ensayo Granulométrico – Agregado Grueso</i>	41
Figura 8 <i>Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	42
Figura 9 <i>Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	43
Figura 10 <i>Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Grueso</i>	43
Figura 11 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	44
Figura 12 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	45
Figura 13 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	45
Figura 14 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	46
Figura 15 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	46
Figura 16 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	47
Figura 17 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	47
Figura 18 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	48
Figura 19 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	48
Figura 20 <i>Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Grueso</i>	50
Figura 21 <i>Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	51
Figura 22 <i>Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	52
Figura 23 <i>Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Grueso</i>	52
Figura 24 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino (Arena Triturada)</i>	54
Figura 25 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)</i>	55
Figura 26 <i>Curva Granulométrica del Agregado Grueso (Piedra Chancada)</i>	56

	Pág.
Figura 27 <i>Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 y 02.</i>	72
Figura 28 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 01.</i>	76
Figura 29 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 02.</i>	77
Figura 30 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 01.</i>	78
Figura 31 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 02.</i>	79
Figura 32 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 01.</i>	80
Figura 33 <i>Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 02.</i>	81
Figura 34 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 01.</i>	83
Figura 35 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 02.</i>	84
Figura 36 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 01.</i>	85
Figura 37 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 02.</i>	86
Figura 38 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 01.</i>	87
Figura 39 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 02.</i>	88
Figura 40 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 01.</i>	91
Figura 41 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 02.</i>	92
Figura 42 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 01.</i>	93
Figura 43 <i>Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 02.</i>	94
Figura 44 <i>Gráfico Resumen de la Resistencia por Compresión.</i>	97
Figura 45 <i>Gráfico Resumen de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.</i>	99
Figura 46 <i>Gráfico Resumen de la Resistencia a la Tracción por Flexión.</i>	101

RESUMEN

Esta investigación promueve el uso de material de la arena triturada para la obtención de concretos resistentes, particularmente un $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, precisando información y conceptualización de definiciones básicas sobre proyectos y construcción.

La metodología empleada fue experimental, se definieron dos tipos de dosificaciones contemplando una con el agregado de arena triturada y otra con arena gruesa natural, las dosificaciones se diferenciaron en la cantidad de agregados. Se consideraron las normas técnicas peruanas existentes y las modalidades actuales de evaluación constante que se aplican a los diferentes tipos de agregados.

El problema principal de la presente investigación se fundamenta en el impacto que genera la no utilización del material de la arena triturada, además de verificar si la aplicación de la arena triturada cumple con la resistencia requerida. El punto principal de la presente es la determinación de influencia de la arena triturada, en las características físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Se comprobó que la aplicación de la arena triturada optimiza las características mecánicas principales de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, aunque no ocurre lo mismo con las propiedades físicas principales, la trabajabilidad se ve condicionada por la angularidad de la arena triturada, pero puede ser optimizar con la interrelación mejorada entre el agua y cemento.

Los resultados de dosificación con arena triturada fueron: trabajabilidad, resultado slump promedio de 3", la resistencia a la compresión del concreto final en el día 28 fue de 220.76 kg / cm^2 , la resistencia a la tracción por compresión diametral final en el día 28 fue de 31.70 kg / cm^2 y la resistencia a la tracción por flexión final en el día 28 fue de 47.77 kg / cm^2 .

Palabras clave: Arena Triturada; Concreto; Resistencia; Dosificación

ABSTRACT

This research promotes the use of crushed sand material to obtain resistant concrete, particularly a $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, specifying information and conceptualization of basic definitions on projects and construction.

The methodology used was experimental, two types of dosages were defined, one with crushed sand aggregate and the other with natural coarse sand, the dosages differed in the amount of aggregates. The existing Peruvian technical standards and the current modalities of constant evaluation applied to the different types of aggregates were considered.

The main problem of the present investigation is based on the impact generated by the non-utilization of the crushed sand material, in addition to verifying if the application of crushed sand complies with the required resistance. The main point of the present study is the determination of the influence of crushed sand on the physical and mechanical characteristics of a concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, in the city of Chiclayo.

It was found that the application of crushed sand optimizes the main mechanical characteristics of a concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, although the same does not occur with the main physical properties, the workability is conditioned by the angularity of the crushed sand, but can be optimized with the improved interrelation between water and cement.

The results of dosing with crushed sand were: workability, average slump of 3", final concrete compressive strength at day 28 was 220.76 kg/cm^2 , final diametral compressive tensile strength at day 28 was 31.70 kg/cm^2 and final flexural tensile strength at day 28 was 47.77 kg/cm^2 .

Keywords: Crushed sand; Concrete; Strength; Batching; Strength; Dosage

INTRODUCCION

Esta tesis promueve el uso de material de Arena triturada como un sustituto de la arena gruesa natural, se da importancia a las definiciones de los conceptos básicos del proyecto y además términos de la construcción, adicionando a lo anterior normas técnicas peruanas, que tienen características rigurosas en los controles de calidad en cuanto se refiere a procedimientos y ensayos.

La problemática de este proyecto plantea que las chancadoras generan material residual del proceso de trituración de agregados, generando un impacto ambiental por el sobre almacenamiento del agregado mencionado, por lo tanto, se justifica fomentar el uso de la arena triturada para generar nuevos concretos que cumplan con controles de calidad cada vez más exigentes.

Asimismo, es oportuno mencionar que los objetivos específicos se encuentran: Determinar influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; determinar la resistencia a la compresión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$; determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ y determinar la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$.

Por otro lado, este proyecto tuvo como limitación muy importante las restricciones tomadas en épocas de cuarentena, además del cierre de laboratorio de la USMP debido a la pandemia del Covid-19. El alcance de la investigación se planteará un diseño de mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, mediante la utilización de arena triturada de la chancadora "Piedra Azul" - Chiclayo para la elaboración de elementos estructurales.

Por último, la estructura de la tesis denominada “Aplicación de la Arena Triturada, para Optimizar las Propiedades Físicas y Mecánicas de un Concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la Ciudad de Chiclayo”, se presenta de la siguiente manera: Se empieza con el Capítulo I donde se plasma o se plantea la problemática de la tesis, continua el Capítulo II donde presenta las fuentes del marco teórico. Consiguientemente, el Capítulo III donde se manifiestas las pautas metodológicas de la investigación que se tuvieron en cuenta, Capitulo IV propone desarrollar la investigación, Capítulo V los resultados y el Capítulo VI discusión de los resultados. La investigación se termina con los diferentes puntos concluyentes, así como puntos a recomendar de las experiencias de la investigación y por último el apartado anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

En la actualidad los edificios se construyen con concretos de diferentes resistencias, por lo que es necesario obtener materiales o aditivos que mejoren las propiedades del concreto, porque es el más utilizado hoy en día por su trabajabilidad y su facilidad de procesamiento. Las nuevas tecnologías y materiales están dispuestos a la implementación de nuevos modelos que contribuyen a la eficiencia energética y a la reducción de agentes nocivos para el medio ambiente.

En Perú, la crisis de COVID-19 ha mostrado la vulnerabilidad de los hogares informales debido a condiciones precarias como hacinamiento y falta de acceso a servicios y saneamiento. En este sentido, muchas familias han necesitado adquirir su propia vivienda, el aumento en el consumo de cemento es debido a que las familias destinan mayor presupuesto para invertir en la renovación o habitaciones, considerando las nuevas necesidades asociadas a las más importantes cosas que la gente invierte.

Como vemos el concreto un compuesto muy utilizado, con esto la extracción de los agregados y del cemento, deben lograr abastecer de material al mercado y además cumplir con estándares de calidad, con esa premisa las propiedades del agregado deben

estar en condiciones idóneas para la utilización en el concreto, además del cuidado con el medio ambiente en la etapa de extracción, por lo que se deben plantear nuevas alternativas de materiales y así como nuevas políticas.

La investigación pretende demostrar experimentalmente la utilización de la arena triturada, que es un material residual obtenido en la etapa de trituración del agregado de la piedra chancada, en la elaboración del concreto de estudio, con lo cual se busca evidenciar el comportamiento en fresco y determinar resultados del concreto endurecido con respecto a su resistencia a la tracción y compresión.

1.2. Definición del Problema

La degradación ambiental producto del exceso de apilamiento de materia residual de las plantas chancadoras y el desconocimiento de la innovación en materiales utilizados para obtener nuevos concreto son el principal enfoque de esta investigación, la propuesta de la utilización de la arena triturada en la producción de concreto generaría un ahorro económico, un flujo más eficiente de agregados y la optimización de las propiedades del concreto, con el uso estricto de normativas nacionales e internacionales regidas en las Normas Técnicas Peruanas, lo cual beneficiaría al sector construcción mejorando la calidad y durabilidad de los elementos que precisen ser construidos con este agregado.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿De qué manera influye la aplicación de la arena triturada, en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo?

¿Cómo se determinará la resistencia a la compresión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo?

¿Cómo se determinará la resistencia a la tracción por compresión diametral utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo?

¿Cómo se determinará la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo?

1.4. Objetivo General y Específicos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia de la arena triturada, en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Determinar la resistencia a la compresión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Determinar la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada en un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

1.5. Importancia de la Investigación

1.5.1. Justificación de la Investigación

La investigación por parte técnica se justifica porque se procederá a realizar ensayos de resistencia a la compresión, así como la resistencia a la tracción por compresión diametral y por último resistencia a la tracción por flexión, determinados en la Norma Técnica Peruana, se ensayarán probetas mediante rotura con concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ utilizando la arena triturada, con lo cual se evaluará los resultados obtenidos del concreto en estudio, el cual ayudará a obtener resultados previstos.

En el aspecto ambiental, al dar realce al uso de la arena triturada se pone un limitante en el impacto ambiental durante su extracción, ya que este material catalogado como residuo creará un ciclo de utilización más fluida del agregado en el almacén de las chancadoras.

1.5.2. Alcances y Limitaciones

Esta investigación, se planteará una dosificación de mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, utilizando arena triturada de la chancadora “Piedra Azul” – Chiclayo, para la construcción de elementos estructurales. Asimismo, servirá como un antecedente de información para para futuras investigaciones del tema. Con respecto a la limitación, una muy importante sería las restricciones tomadas en épocas de cuarentena, además del cierre de laboratorio de la USMP debido a la pandemia del Covid-19, por ello se propone la utilización de un laboratorio de agregados y concreto de manera externa asumiendo el costo que esto representa.

1.5.3. Viabilidad de la Investigación

La investigación se viabiliza tomando en cuenta de que se cuenta de los recursos y medios confiables para una realización exitosa, como lo son los recursos económicos, con lo que se dispone de un presupuesto que solvente, movilización, bibliografía, adquisición de materiales, alquiler de laboratorio, gastos alimenticios. Medios humanos como son, asesor, ingenieros, técnicos laboratorista, responsable de planta chancadora y por último los recursos de tecnología como computadora, USB, equipos fotográficos, equipos telefónicos.

1.5.4. Impacto Potencial de La Investigación

1.5.4.1. Impacto Teórico

Servirá para generar al campo de las tecnologías del concreto, una nueva dosificación utilizando arena triturada, dando una opción viable para el concreto analizado el uso de este agregado fino.

1.5.4.2. Impacto Práctico

Beneficiará a la comunidad científica presentado los parámetros apropiados en el uso de la arena triturada como sustituto de la arena natural, para obtener una mejora en las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto en estudio, aplicando los conocimientos impartidos en la USMP, aumentando las experiencias de manera practica y dando un crecimiento a nivel profesional.

Estudiar la arena triturada y que al comprobar que utilizarla en la dosificación de un concreto, mejora las propiedades tanto físicas como mecánicas. Con lo cual impulsará el desarrollo de la construcción, aportando al conocimiento y difusión de técnicas científicas, siendo de beneficio a la sociedad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Reaño, F. (2019). En su tesis “Evaluación Experimental Del Uso De Arena De Duna Como Agregado Fino Para El Concreto”, Estudio para optar el grado de Ingeniero Civil, Universidad de Piura – Facultad de Ingeniería Civil, Muestra los resultados obtenidos del estudio, que evaluó experimentalmente las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido por estar elaborado a partir de arena de dunas, arena de la zona árida de Piura, especialmente de la Zona de arena Los Ejidos. La investigación concluyó que es necesario determinar la composición química y analizar la forma de las partículas contenidas en las dunas de arena, proceso que se realiza mediante pruebas de borde. Como resultado de estas dos pruebas, su uso en concreto ha obtenido buenos resultados.

El objetivo principal de la investigación fue el desempeño de la arena de las dunas sobre las propiedades del concreto. La investigación y el análisis se realizan a través de diferentes medidas, lo que significa que son los datos numéricos generados

por las condiciones formales descritas en el ensayo de laboratorio de concreto endurecido recién mezclado, cuyos resultados se reflejan en tablas y tablas estadísticas, y se pueden resumir.

Finalmente, se extraen las siguientes conclusiones, en ambos estudios se concluye que las propiedades del agregado grueso afectan el desempeño del concreto, como la trabajabilidad, ya que los agregados de Camaná y los agregados de Sabandía con formas circulares son ambos Proporcionamos mejor asentamiento, es decir, buena operabilidad.

Campos, E. (2015). "Resistencia A Compresión Axial Del Concreto Utilizando Agregado De Piedra Caliza Triturada Lavada, 2015", estudio para optar el grado de ingeniero civil de la Universidad Privada del Norte. En este trabajo se toma como un punto importante la tecnología del concreto, además de su composición y su resistencia, también se muestran las características de los áridos, así como la influencia de los tipos y propiedades de los áridos. Tiene un impacto en la capacidad del concreto para resistir la compresión axial. Por lo tanto, es muy importante limpiar el agregado para producir la mezcla, ya que afectará la resistencia del concreto. Limpiar los agregados para descartar las partículas finas contenido en el agregado debido a la desintegración. Y la arcilla y otros materiales son muy importantes.

La investigación tiene como objetivo determinar mediante ensayos la resistencia a la compresión axial del concreto mediante áridos de lavado, la investigación se desarrolla con mediante métodos experimentales.

Los resultados del ensayo de compresión axial de 14 días de concreto hecho de agregado de piedra caliza triturada sin lavar muestran que la resistencia a la compresión axial del concreto se reduce significativamente, y la tensión máxima se reduce en un 18.50%, porque el agregado triturado tiene varios polvos finos. no se limpia, la lechada conteniendo cemento no puede adherirse completamente al agregado grueso y fino, lo

que se observa cuando el espécimen de concreto se somete al ensayo de compresión axial, lo que provocará que la lechada de cemento falle.

Rodríguez, S. (2016). "Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado - Huaraz – 2016". Tesis de investigación para optar el grado de ingeniero civil de la Universidad San Pedro. Se realizó una prueba comparativa entre concreto guiado (sin sustituir materiales cerámicos reciclados) y utilizando materiales cerámicos reciclados en sustitución del 25% y 50% del concreto, se hicieron 27 muestras de concreto con un diámetro de 15 cm x 30 cm. Remojando hasta el último día de ensayo, mantenga la correlación Agua/Cemento de varias mezclas diseños, y el T.M. de agregado de 1 pulgada, para $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. Para dicha investigación se utilizó un cemento Portland Tipo I.

El objetivo del proyecto de investigación es estimar la resistencia del concreto hecho de materiales cerámicos reciclados para reemplazar los agregados de piedra de Huaraz-Ancash. Se desarrolla bajo metodología experimental, aplicada y explicativa. Se utilizo el método de observación como herramienta de toma de datos, además de tablas con información de resultados anteriores ensayos en el laboratorio.

Los análisis incluyen la resistencia a la compresión. A través de ensayos de compresión sobre concreto que contiene materiales cerámicos reciclados, se encontró que, por la propiedad de adherencia de materiales cerámicos y pasta cementante, no cumplió con la norma en general, se halló en gran porcentaje datos óptimos para su utilización. Se puede concluir que el uso de materiales cerámicos reciclados como un nuevo tipo de agregado grueso en la producción en el campo de la construcción es una opción viable para el concreto no estructural, un modelo de transferencia de tecnología a la sociedad, y también refleja los menores costes en economía implícitas y beneficios ecológicos.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Rugamas, J. (2012). En su tesis "Influencia De La Arena Triturada, Como Agregado Fino, En Las Propiedades En Estado Fresco Y Endurecido, De Mezclas De Concreto Hidráulico". Estudio para optar el grado de ingeniero civil de la Universidad de El Salvador. La investigación tiene principal objetivo de estudiar su influencia en el comportamiento del concreto diseñado con esta arena en estado fresco y endurecido, teniendo en cuenta de referencia 6 dosificaciones con resistencias de $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ y $F'c = 280 \text{ kg / cm}^2$. Esto determinará el impacto de la arena triturada en ciertas características del concreto fluido y endurecido. Se determino el impacto de la arena triturada como agregado fino en el desempeño del diseño de concreto fluido y endurecido.

La investigación se basa principalmente en pruebas de tipo cuantitativas y básicas, la investigación es de tipo descriptivo y el diseño desarrollado es una prueba transversal. La recopilación de data se realizó utilizando el método observación y pruebas de laboratorio. La prueba se basa en un cilindro de mortero y se analizará 28 días después de la colada.

Las muestras mostraron que la mezcla elaborada con arena triturada a los 7 y 28 días aumentó en un 12% y un 51%, respectivamente, lo que superó el 100% de la $f'c$ estudiada. Los elaborados con arena natural industrial lavada con agua aumentaron un 7% a los 7 días y un 45% a los 28 días, superando la $f'c$ esperada del 100%.

Rincón, M. & Barreto, Z. (2019). "Caracterización De Las Propiedades Mecánicas Y De Durabilidad Del Concreto Hidráulico Con Sustitución Parcial De Agregado Ligero". Estudio para optar el grado de ingeniero civil de la U. C. C. Plantea las propiedades mecánicas y físicas del concreto tradicional, reemplaza parcialmente el hormigón hidráulico con áridos ligeros. Para este estudio, caracterizaron las materias primas de dos agregados, incluidos los agregados ordinarios y los agregados ligeros. Esta

caracterización permitirá analizar el tamaño de las partículas y comprender las propiedades del agregado. Su objetivo principal es demostrar las propiedades físicas y mecánicas del nuevo concreto diseñado que reemplaza parcialmente los áridos gruesos ligeros.

Su investigación se realiza mediante pruebas experimentales y su nivel de investigación es descriptivo. Para este proyecto se recolectaron muestras de arena y se realizaron pruebas de laboratorio; todas ellas requieren un adecuado almacenamiento, pues de este resultado dependen la confiabilidad y confiabilidad, y posteriormente serán utilizadas en el diseño de mortero que se verificara su resistencia a la compresión. Un total de 48 muestras se realizaron, entre los cuales los porcentajes de reemplazo de agregados livianos fueron 0%, 15%, 30% y 45% en secuencia. Para cada porcentaje se realizaron 10 especímenes y 2 vigas prismáticas, y sumando un global de 40 especímenes cilíndricas y 8 prismáticas.

Según su principal objetivo es medir y analizar las características físicas y además de las mecánicas de dicho concreto en estudio, pero debido a la particularidad del cambio en el porcentaje de árido ligero, se deduce que se puede utilizar el árido de concreto calculado con la cantidad de agregado liviano, y en comparación con el concreto tradicional, puede reducir significativamente su gravedad específica.

Lam, Nguyen. (2020). A Study on Using Crushed Sand to Replace Natural Sand in High-Strength Self-compacting Concrete Towards Sustainable Development in Construction. Artículo de investigación publicado en Vietnam, Se basa en el uso de arena triturada en lugar de arena natural como agregado en el concreto. En particular, los estudios muestran que la utilización de arena triturada aumenta la resistencia de un determinado concreto. Esta arena triturada es una especie de agregado con superficie rugosa y angular, que obstaculizará la capacidad de autocompactación de la mezcla de concreto. La combinación con algunos aditivos minerales será una buena solución para

mejorar el desempeño del concreto, es decir, reducir el ángulo de fricción interno entre partículas, aumentar la capacidad de "fluidez" de las partículas agregadas y producir una excelente trabajabilidad y capacidad de autocompactación. concreto con un asentamiento de 820 mm y un tiempo de flujo de 4,5 s, su capacidad para atravesar barras de acero es aceptados por normas técnicas y la resistencia a la compresión de 28 días alcanza los 85 MPa.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concreto

Según el autor Abanto, (2009), El concreto es una composición compuesta por una cantidad adecuada de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, por lo que tiene de terminadas características establecidas, principalmente la resistencia.

El cemento junto con el agua actúa como reactivos químicos combinados con partículas de polímero para formar aglomerados heterogéneos. A veces, las sustancias se agregan como aditivos porque ayudan a mejorar o cambiar ciertas propiedades del concreto.

2.2.2. Agregados

Según Porrero, Ramos, Grases, & Velazco (2003), también denominados secos o inertes, dichas partículas de piedra están diseñados para abaratar la mezcla y proporcionar ciertas propiedades ventajosas, entre las que destaca la reducción de la contracción por solidificación o contracción plástica.

Los áridos representan más del 70% del peso global del concreto, por lo que deben tener un rendimiento suficiente para producir concreto de alta calidad.

En la actualidad, con el desarrollo paulatino de las fuentes de agregados, este material tiende a escasear, por ende, se ha buscado nuevas formas de obtener arena utilizando el triturado de rocas, que es la misma que la roca de la que obtenemos los agregados gruesos, y tiene propiedades parecidas a las de la arena gruesa.

2.2.2.1. Agregado Fino.

Según Abanto (2009), Se considera un agregado fino de arena o piedra natural y debe triturarse finamente y debe pasar por un tamiz de 9.5 mm (3/8 de pulgada).

La granularidad es la separación del tamaño del grano de arena. La distancia de partículas está determinada por la distribución de una serie de rejillas estándar que se dan por la siguiente manera: N ° 4, 8, 16, 30, 60, 100. Según norma ASTM.

2.2.2.1.1. Arena Triturada

Según la norma NTP 400.011, arena molida o triturada es el material fino producto del proceso de trituración mecánica de las rocas.

2.2.2.2. Agregado Grueso.

Según Abanto (2009), Agregado grueso definido como material o agregado que medido no pasa la malla de 4.75 mm (N°4).

Piedra triturada o grava, en el material grueso se obtiene triturando artificialmente roca o grava. Del mismo modo, se puede utilizar cualquier otro tipo de piedra para partir siempre y cuando esté limpia, sea dura y duradera. Una de las funciones principales es proporcionar volumen y brindarle resistencia.

2.2.2.3. Propiedades Físicas de los Agregados

2.2.2.3.1. Módulo de Finura o Fineza

Según Abanto (2009), El módulo de finura o Fineza de inventario del tamaño de partícula promedio del agregado. Un índice bajo indica que el agregado es bueno y un índice alto indica lo contrario, cabe mencionar que el módulo de finura no distingue el tamaño de partícula, pero en el caso del agregado, se encuentra dentro del rango porcentual especificado por el estándar de tamaño de partícula.

El M. F. se calcula con la sumatoria de los pesos acumulativos que se retienen en los siguientes tamices estandarizados: 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100 y dividido entre 100.

Se puede deducir que el concreto producido con arena entre rangos de 2.2 y 2.8 de módulo de fineza tiene buena trabajabilidad y condiciones de segregación reducidas. 2.8 y 3.1 pueden dar como resultados dosificaciones con elevada resistencia.

2.2.2.3.2. Tamaño máximo

Según Abanto (2009), es el tamiz de tamaño nominal máximo puede retener del 5% al 15% de agregado, depende del número de tamaño.

2.2.2.3.3. Humedad Superficial

Según Porrero et al. (2003). Los materiales tienden a tener agua en modo de humedad. El contenido de humedad se determina con la resta entre el peso de los materiales húmedos y los materiales secos, expresada como un porcentaje en relación con los materiales secos.

Según Abanto (2009). Se puede concluir que la humedad superficial es la resta del contenido de humedad ($\% \omega$) y el porcentaje de absorción ($\% a$).

Si $\% \omega > \% a$, significa que el material proporciona agua libre para la dosificación, y su proporción tiene que eliminarse del agua de la dosificación para encontrar agua limpia. (pág.39)

Si $\% a > \% \omega$, significa que el material absorberá agua de la mezcla, lo que significa que necesita humedad para alcanzar el estado ideal, por ende, se debe agregar agua a la dosificación para evitar cambiar el agua de diseño. (pág.40)

2.2.3. Cemento Portland

Según Sánchez (2001). El cemento es una clase de compuesto adhesivo, que tiene las características de adherencia y cohesión, la resistencia y durabilidad optima y suficiente se llegaría con la combinación de minerales fragmentados que formen un volumen denso.

Según Neville & Brooks (2010). Portland se define como cemento resultante de la combinación de materias primas, provenientes de minerales calcáreos o arcillosos, sílice, alúmina y óxido de hierro.

2.2.3.1. Componentes químicos

Según Abanto, (2009). El cemento está compuesto por ciertos compuestos, de los cuales tenemos cuatro, que representan el 90% del peso total del cemento, y son:

2.2.3.1.1. Silicato tricálcico (C3S)

Esta es la razón de la elevada resistencia inicial del cemento Portland hidratado, cuando este compuesto reacciona con el agua libera, genera que el calor se eleve el calor de hidratación.

2.2.3.1.2. *Silicato Dicálcico (C 2S)*

Este componente es que genera posteriormente la resistencia de la lechada de cemento.

2.2.3.1.3. *Aluminato Tricálcico (C 3A)*

El yeso se agrega en el desarrollo de pulverización del proceso de elaboración del cemento Portland y se combina con esta materia para controlar el tiempo de fraguado de la mezcla.

2.2.3.1.4. *Alumninoferrita Tricálcica (C4A)*

Este componente forma sulfato de ferrita de calcio cuando reacciona con el yeso, acelerando así la hidratación del silicato.

2.2.3.2. Características

Según Abanto (2009). El cemento Portland son partículas de color verdusco. Se venden en sacos, cada uno con un peso neto de 42,5 kg. semejante a un pie cúbico de capacidad.

2.2.3.3. Propiedades

Según Sánchez (2001). Las características tanto físicas como mecánicas del cemento Portland se complementan con sus propiedades químicas. Aprendamos más sobre las ventajas de este material.

Al probar las diferentes formas de su uso se pueden determinar las siguientes características, que son:

2.2.3.3.1. Densidad

La gravedad específica o densidad del cemento depende de la correlación del volumen absoluto y el peso del volumen definido de un material. Su valor cambia muy poco, cuando no hay aditivos en el cemento excepto yeso, el valor puede estar entre 3,10 y 3,15 g / cm³. (pág.41)

2.2.3.3.2. Finura

La finura es una característica importante del cemento Portland porque debe controlarse cuidadosamente. La finura o fineza se mide con relación del área de superficie de las partículas contenidas en un gramo de material, llamado "área de superficie específica", en cm² / g.

2.2.3.3.3. Consistencia

En el cemento ordinario, la cantidad de agua añadida al cemento tiene una cierta fluidez, que aumenta con el aumento del contenido de agua. Para tener cierta fluidez, se debe agregar una cierta cantidad de agua. Esta fluidez es la denominada consistencia normal. (pág.43)

2.2.3.3.4. Fraguado

Es el cambio que experimenta el cemento en pasta desde el estado plástico hasta el estado endurecido.

Desde que se agrega una cierta cantidad de agua a una muestra de cemento, se conforma una masa plástica que con el pasar del tiempo pierde su viscosidad y la temperatura aumenta. Este cambio se denomina "tiempo de fraguado inicial", lo que significa que el cemento está parcialmente hidratado, la lechada es semidura. Luego la masa seguirá solidificándose hasta que ya no se deforme, endurezca y alcance la temperatura más alta para alcanzar el fraguado culminante, lo que manifiesta que el

cemento tiene un mayor grado de hidratación y la pasta es más dura, por lo que el cemento gana resistencia mecánica. (pág.45)

2.2.3.3.5. Resistencia

La resistencia mecánica se mide con especímenes de concreto o mortero, porque es la forma más utilizada de usar el cemento. (pág.47)

2.2.3.4. Clasificación

Según NTP 334.009 (2013). Tenemos varias formas de elaboración de cemento portland:

2.2.3.4.1. Tipo I

Se utiliza cuando otros tipos de cemento Portland no requieren las características especificadas.

2.2.3.4.2. Tipo II

Suele utilizar cuando se requiere una resistencia óptima hacia compuestos como los sulfatos.

2.2.3.4.3. Tipo III

Se utiliza cuando se desea fortalecer temprano y desarrollar resistencia en 3 días. Con el cemento Tipo I y Tipo II, generalmente alcanza.

2.2.3.4.4. Tipo IV

Suele utilizarse para obtener resultados a un nivel bajo de hidratación.

2.2.3.4.5. Tipo V

Suele utilizarse para obtener resultados de alta resistencia a los sulfatos.

2.2.4. Agua

Según Abanto (2009). El agua es un componente esencial en la elaboración del concreto, manteniendo una relación con la resistencia, trabajabilidad y características del concreto en estado endurecido.

Para Sánchez (2001). El agua se define como la parte de mezcla del concreto que permite las reacciones químicas, junto con el cemento dan la cohesión necesaria para el fraguado y endurecimiento concreto.

Para Rivera (2009). El agua en la composición de la mezcla tiene dos funciones: hidrata el cemento y hace que la mezcla sea más fácil de procesar.

El agua determinada en la dosificación de mezcla tiene reacción química con el material cementoso el cual forma un gel, y debe estar regido por los lineamientos de calidad especificados en la norma NTP 339.088, y preferiblemente debe ser potabilizada.

Limitar el uso en la preparación de concreto: agua ácida; agua cálcica, mineral, carbonatada, agua natural; agua de minas o relaves; agua que contiene azúcar o sus derivados; agua que contenga altas dosis de sales de sodio o potasio disueltas.

2.2.5. Aditivos

Abanto (2009). Se llama ingrediente agregado a los ingredientes básicos de la mezcla de concreto para cambiar ciertas propiedades para ciertos propósitos específicos y para facilitar la necesidad.

2.2.6. Ensayos de Laboratorio

Según Abanto, (2009) La elección de la proporción de la mezcla de concreto se verificar utilizando pruebas de laboratorio, lo que ayuda a definir las propiedades físicas de los agregados a utilizar, establece la relación entre el contenido de aire, la relación

agua/cemento, el contenido de cemento y la resistencia, y proporciona datos de la mezcla de prueba Información de la característica de trabajabilidad.

2.2.6.1. Contenido de Humedad

La humedad del suelo o el contenido de humedad es la relación entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas en una determinada masa de suelo, expresada como porcentaje. (NTP 339.127;1998).

2.2.6.2. Análisis Granulométrico por Tamizado

Para Abanto, (2009) la longitud del grano del agregado está determinado por análisis de cribado es un factor importante para determinar el consumo de agua unitario, la proporción de agregado grueso y agregado fino, y obtener el contenido de cemento requerido y trabajable.

Esta Norma Técnica 4000.037, determinar la gradación de los materiales recomendados para agregado grueso y agregado fino.

Tabla 1

Límites para la granulometría del agregado fino

MALLA	% QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	05 a 30
N° 100	0 a 10

Nota: Tomado de *NTP 4000.037 Especificaciones normalizadas para el agregado en concreto*

Tabla 2

Límites para la granulometría del agregado grueso

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm N°4	2.36 mm N°8	118 mm N°16	300 µm N°50
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1/2 pulg)	100	90 a 100	----	26 a 60	----	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	----	
2	63 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 5	----	----	----	----	----	
3	50 mm a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	----	----	----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	----	0 a 15	----	----	----	----	
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a N°4)	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	10 a 30	----	0 a 5	----	----	
4	37.5 mm a 19.0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	----	0 a 5	----	----	----	
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	100	95 a 100	----	35 a 70	----	10 a 30	0 a 5	----	----	
5	25.0 mm a 9.5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	----	----	
56	25.0 mm a 9.5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	----	----	
57	25.0 mm a 4.75 mm (1 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	100	95 a 100	----	25 a 60	----	0 a 10	0 a 5	----	
6	19.0 mm a 9.5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	----	----	
67	19.0 mm a 4.75 mm (3/4 a N°4)	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	----	
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 pulg a N°4)	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	----	
8	9.5 mm a 2.36 mm (3/8 pulg a N°8)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
9	12.5 mm a 9.5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	----	----	----	----	----	----	----	----	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	
9	4.75 mm a 118 mm (N°4 a N°16)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Nota: Tomado de NTP 4000.037 Especificaciones normalizadas para el agregado en concreto

2.2.6.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Se utiliza para definir numéricamente el peso específico seco, así como también el peso específico de la saturación de la superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado grueso, para usar estos valores en el cálculo y corrección del diseño de la mezcla, como controlar la uniformidad de sus propiedades físicas. (NTP 400.021; 2002).

2.2.6.4. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

La densidad relativa (gravedad específica) es una característica que se utiliza siempre que se necesite calcular el volumen utilizado por los áridos. Las distintas mezclas que utilicen material incluyen concreto de cemento Portland, concreto asfáltico y otras mezclas, que se proporcionan o analizan sobre una base de volumen absoluto. La densidad relativa (gravedad específica) también se usa para calcular el espacio entre partículas en NTP 400.036. En el método de prueba ASTM C70, la densidad relativa (gravedad específica) (SSD) se usa para encontrar la humedad superficial de los agregados finos a través del desplazamiento del agua. Si el material humedecido alcanza su absorción se usa la densidad relativa (gravedad específica) (SSD). Distintamente la densidad o densidad relativa (gravedad específica) (OD) se usa en los cálculos determinados por el agregado seco o no lo esté. (NTP 400.022; 2013).

2.2.6.5. Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal

2.2.6.5.1. *Tamaño Máximo*

Sánchez, (2011) Otro factor agregado que es muy relevante para la resistencia del concreto es su tamaño máximo, porque a una edad determinada y un agregado dado, la cantidad de cemento necesaria para producir la resistencia máxima a la compresión depende del agregado grueso, más específico por el tamaño utilizado para la mezcla.

2.2.6.5.2. *Tamaño Máximo Nominal*

Sánchez, (2011) el T. M. N. representa el tamaño medio de los granos más grandes del agregado. En comparación con el factor anterior, el mayor uso de este factor es el tamaño de la partícula más grande en el agregado en la clase de grano grueso, y el tamaño más grande solo simboliza el tamaño de la partícula más grande en la masa, que puede ser único en algunos casos.

2.2.6.6. *Peso Unitario*

Se puede determinar si la masa unitaria está en modo compactado o suelto; en algunos métodos de medición mixtos, se usa la masa unitaria compactado y la masa unitaria suelto se usa para contabilizar o medir el agregado que se comprará, si se venden por volumen (volumen suelto), por lo general. Las normas técnicas de peruanas determinan en ciertos materiales la densidad de masa en condiciones sueltas o compactadas, y calculan los espacios entre los granos fino del material, agregados gruesos o una dosificación de los dos con base en el mismo proceder. Esta metodología de prueba es aplicable a áridos cuyo tamaño nominal máximo no exceda de 125 mm. (NTP 400.017:2011).

2.2.7. Diseño de mezcla

Según Porrero et al., (2003). El diseño de la proporción de la dosificación es un proceso mediante el cual se debe determinar la cantidad de cada componente que constituye la proporción de mezcla de concreto para lograr un buen desempeño en el estado plástico y endurecido del concreto.

Según Rivva, (2018). La cantidad de la dosificación es la elección de la proporción de los agregados constituyentes de un cubo de concreto. Se define como el procedimiento de elección de la composición adecuada y la relación óptima y económica para asegurar que cumpla con los requisitos establecidos.

2.2.7.1. Método del Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados

El diseño de la dosificación se realiza usando el modelo metodológico del módulo de finura de combinación de materiales, que involucra los módulos del agregado fino y del agregado grueso. Los pasos seguidos en el diseño híbrido anterior se detallan a continuación.

a. Resistencia de Diseño

Se calcula de acuerdo con la Tabla 3 para garantizar que el diseño cumpla con las especificaciones, siempre y cuando se desconozca la desviación estándar del diseño en estudio.

Tabla 3
Resistencia a la Compresión Promedio

$f'c$ (kg / cm ²)	$f'cr$ (kg / cm ²)
Menor de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
Mayor de 350	$f'c + 98$

Nota: Tomado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva. E. (2018).

b. Tamaño máximo nominal del agregado grueso, se tomará el resultado del ensayo granulométrico del material.

- c. El grado de asentamiento del concreto fue considerado en relación con la Tabla 4.

Tabla 4
Resistencia a la Compresión Promedio

Consistencia del Concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0 " a 2 "	Poca
Plástica	3 " a 4 "	O.K.
Húmeda	>= 5 "	Poco

Nota: Tomado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva. E. (2018).

- d. Volumen unitario de agua para el concreto trabajado fue considerado en relación con la Tabla 5.

Tabla 5
Volumen Unitario de Agua

CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO								
ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
	CONSISTENCIA INDICADA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Nota: Tomado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva. E. (2018).

- e. Cantidad de volumen de Aire, se tomó en consideración la Tabla 5.
- f. El factor Agua/Cemento, fue considerado en relación con la Tabla 6.

Tabla 6
Relación Agua/Cemento del Concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²) f _{cr}	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: Tomado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva. E. (2018).

- g. Factor cemento, el método de cálculo del coeficiente de cemento es dividir un volumen de agua por la correlación agua / cemento, a partir de la cual determinamos el volumen de cemento que se utilizará en la dosificación.
- h. El Módulo de Finura de la Combinación, fue considerado en relación con la Tabla 7.

Tabla 7
Módulo de Finura de la Combinación

TÍPO DEL O GRUESO (IMO)	MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
	MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, EL CUAL DA LAS MEJORES CONDICIONES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN SACO/ M3 INDICADOS.			
	6.00	7.00	8.00	9.00
8 "	3.96	4.04	4.11	4.19
2 "	4.46	5.54	4.61	4.89
4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
"	5.26	5.34	5.41	5.49
/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
"	5.86	5.94	6.01	6.09
"	6.16	6.24	6.31	6.38

Nota: Tomado de *Diseño de Mezclas*, por Rivva. E. (2018).

i. Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

La combinación de dos materiales conocidos se relaciona de una manera sencilla que esté más cerca del módulo de fineza óptimo, la siguiente relación resulta útil. Lo consideramos como el módulo de finura teórico.

$$m = r_r * m_r + r_g * m_g$$

m = Módulo de fineza del agregado combinado.

m_r = Modulo de fineza del agregado fino.

m_g = Modulo de fineza del agregado grueso.

r_r = Porcentaje de agregado fino con relación al volumen absoluto total de agregado.

r_g = Porcentaje de agregado grueso con relación al volumen absoluto total de agregado.

j. Volumen Absoluto de los materiales.

k. Determinación de los Valores de Diseño.

l. Corrección por humedad de los agregados.

m. Determinación de la proporción por tanda.

n. Determinación de la proporción en peso.

2.2.8. Propiedades del Concreto en Estado Fresco

Según Sánchez, (2001), todas las características del concreto en estado endurecido dependen más o menos de sus propiedades en estado fresco (plasticidad), especialmente en términos de proceso, mezclado, transporte, vertido, compactación y acabado.

2.2.8.1. Consistencia

Según Abanto (2009). La consistencia está limitada por la humedad de la dosificación y depende primordialmente del volumen de agua usada.

2.2.8.2. Trabajabilidad

Para Abanto (2009), Durante estas operaciones, el concreto fresco es fácil de mezclar, verter, compactar y terminar sin segregación ni sangrado. Hasta el momento no hay evidencia para cuantificar este atributo y generalmente se aprecia en las pruebas de conformidad.

Según Porrero et al., (2003), menciona que la trabajabilidad especificará dos significados, uno especificará un conjunto de propiedades del concreto que permiten promover la mezcla, la colocación en el molde y el compactado adecuada sin provocar segregación. Otro significado en particular es especificar solo la depresión medida por el programa de cono de Abrams.

Para Sánchez, (2001), Según el Comité 211 del Instituto Americano del Concreto (ACI), la trabajabilidad, también conocida como trabajabilidad, se considera una característica del concreto, mediante la cual se puede determinar la correcta colocación y consolidación del concreto y la ausencia de segregaciones nocivas. La capacidad de completar la situación.

2.2.8.3. Cono de Abrams

Según el autor Abanto (2009). Esta prueba muestra la fluidez del diseño, conocida como prueba de asentamiento o "slump", que se utiliza para medir la tendencia de su fluidez de la dosificación. Este ensayo fue realizado por Duft Abrams en 1921 y posteriormente revisada por ASTM en 1978. (pág.47)

La prueba se basa en fijar porción de concreto fresco y colocarla en un recipiente troncocónico, y medir la posición de la dosificación después de sacarla del molde. (pág.47)

2.2.9. Propiedades del Concreto en Estado Endurecido

Para Abanto, (2009). Las condiciones plásticas del concreto impiden medir su resistencia, por lo que el proceso habitual implica usar una muestra durante la mezcla y realizar una prueba de compresión después del curado.

Para Rivera, (2009), El concreto de agregado en ángulo o agregado grueso es generalmente más resistente al cemento de agua que otro concreto de agregado redondo o liso; pero para el mismo contenido de cemento, el primero requiere más agua para evitar el cambio y la trabajabilidad, por lo que la resistencia al impacto no es un cambio obvio. Sin embargo, lógicamente hablando, la calidad del material afecta el desarrollo de resistencias.

Según el autor Porrero et al., (2003). Cualquier elemento estructural, el concreto requiere resistencia, compresión, cizallamiento, tracción, tracción por flexión y agentes corrosivos. Para no realizar todas las pruebas, se acostumbra a realizar solo pruebas destructivas, es decir, compresión simple, porque esta prueba está relacionada con otras resistencias requeridas por el concreto. (pág. 243)

2.2.9.1. Resistencia a la compresión

Para Sánchez (2001), La resistencia a la compresión simple es la principal característica mecánica del concreto, dada la importancia de esta característica, en las estructuras tradicionales de concreto armado, la forma de expresarla es que, en términos de tensión, suele expresarse en kilogramos/cm, y algunas frecuencias en pulgadas por libra cuadrada (psi).

2.2.9.2. Resistencia a la Flexión

Para Rivera (2009), La metodología más usada para medir la resistencia a la flexión es usar vigas simplemente apoyadas en un tercio del tramo, aunque en algunas partes se usan vigas en voladizo o simplemente vigas apoyadas en el tramo. Punto medio; los resultados obtenidos varían según el método utilizado. La resistencia a la flexión del concreto es menor que su resistencia a la compresión, pero mucho mayor que su resistencia bajo tensión pura

Para Sánchez (2001), Otra propiedad mecánica importante del concreto en estado endurecido es su resistencia a la flexión. Se dan en estructuras de concreto simples, como aceras, se producirán tensiones de tracción adicionales causadas por flexión cuando la losa pasa a través de vehículos.

2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. Consistencia

Para Sánchez (2001), Otro término utilizado para caracterizar el estado plástico del concreto es "consistencia". Por lo general, la consistencia se refiere a su estado fluido, es decir, la dureza (seca) o blanda (fluida) de la mezcla de concreto cuando está en estado plástico, por lo que se dice que es humedad.

Para Abanto (2009). Se define por el grado de humectación de la mezcla y depende principalmente de la cantidad de agua utilizada.

2.3.2. Segregación

Para Abanto (2009), Es una característica del concreto fresco, es decir, se descompone en sus partes constituyentes o en la misma parte, es decir, la separación de árido grueso y mortero.

Sánchez (2001). Se define como la dispersión de partículas que componen un compuesto heterogéneo, y su movimiento vario por la propiedad cohesiva.

2.3.3. Exudación

Sánchez (2001). Un poco de agua de mezcla tiende a subir a la superficie del concreto recién vertido o en el proceso de solidificación. Por esta razón, se denomina una forma especial de separación o sedimentación de partículas, que no pueden retener toda el agua cuando se sedimentan.

2.3.4. Durabilidad

Para Abanto (2009), poder resistir el clima, los efectos químicos y la abrasión en uso, son cualidades de un concreto. La mayor parte del daño causado por la intemperie que sufre el concreto se puede atribuir a los periodos de congelación y descongelación.

2.4. Bases Normativas

2.4.1. Normativa de Agregados

- [NTP 400.010] “AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras”.
- [NTP 400.012] “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”.
- [NTP 400.017] “Método de ensayos normalizados para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (PESO UNITARIO) y los vacíos en el agregado”.
- [NTP 400.022] “Método de ensayo para determinar el (PESO ESPECIFICO) y absorción del agregado grueso”.
- [NTP 339.185] “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado”.

2.4.2. Normativa de Concreto

- [NTP 339.035] “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland”.
- [NTP 339.082] “Método del ensayo de tiempo de fragua”.
- [NTP 339.034] “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la comprensión del concreto, en muestras cilíndricas”
- [NTP 339.084] “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica”
- [NTP 339.087] “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios del tramo”.

2.5. Hipótesis General y Específicas

2.5.1. Hipótesis General

La aplicación de la arena triturada optimiza las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- H1: La influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada, optimiza en un 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.
- La influencia de la resistencia a la compresión, utilizando arena triturada, optimiza en un 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.
- La influencia de la resistencia a la tracción por compresión diametral, utilizando arena triturada, optimiza en un 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.
- La influencia de la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada, optimiza en un 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

2.6. Variables de Investigación

2.6.1. Variables Independientes

La variable independiente está definida cantidad de Arena Triturada utilizada como material fino en la muestra.

2.6.2. Variables Dependientes

La variable dependiente está definida por propiedades físicas y mecánicas del concreto.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño Metodológico

Este es un diseño experimental, porque en este proceso compararemos el diseño tradicional de concreto con el nuevo diseño de arena triturada. La mayor parte de la investigación se centrará en las pruebas hechas en el laboratorio de agregados y de concreto. Los investigadores contactarán con el experimento a realizar y obtener los resultados de acuerdo con los objetivos previstos.

3.1.1. Nivel de Investigación

Según el fin que sigue es un tipo de investigación de modo aplicada, puesto que propone innovaciones tecnológicas al concreto y presentar una alternativa para resolver problemas con respecto al ambiente.

3.1.2. Enfoque o Tipo de Investigación

Según los tipos de datos analizados y cuantificados tiene un enfoque cuantitativo o explicativo, de tipo experimentalista.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. *Ámbito Temporal y Espacial*

La investigación que inició desde su fase de proyección hasta su culminación de este, comprende el ámbito temporal dentro del año 2021.

El alcance espacial se define en la provincia de Chiclayo y la ciudad de Chiclayo en la provincia de Lambayeque. La trituradora "Piedra Azul" ubicada en Ferreñafe es donde se obtienen los elementos muestrales de agregados de las canteras de "Pátapo" y "La Victoria". El desarrollo de diferentes ensayos estandarizados para agregados y concretos se realiza en el laboratorio privado "FERMATI SAC" y "LMSCEACH EIRL".

3.2.2. *Población*

La población es un universo o conjunto de elementos de referencia para la observación; es una colección de la que nos interesa sacar conclusiones. En el actual proyecto se identifican dos poblaciones. La primera población de diseño está dada por el grupo de probetas especímenes estandarizadas de concreto utilizando arena triturada y arena natural con un $f'c$ de 210 kg/cm² y la segunda por el conjunto de vigas estandarizadas de concreto utilizando arena triturada y arena natural con un $f'c$ de 210 kg/cm².

3.2.3. *Muestra*

La Muestra está determinada por los subconjuntos de los elementos de estudios puestos estadísticamente. El propósito de obtener muestras es inferir las características de todo el grupo, por lo que deben representar al mismo grupo. Los cuales están representadas en el número de especímenes a ser utilizados en la evaluación. Se determinó que cada dosificación estará compuesta por 22 muestras estadísticas (6 a 7 días, 8 a 14 días y 8 a 28 días de edad respectivamente). El muestreo de 36 probetas cilíndricas y 8 vigas de concreto significó el total de la población.

Tabla 8

Matriz de Operacional de las Muestras.

Descripción		7 días	14 días	28 días	Código
Ensayo de Resistencia a la Compresión	Dosificación 01 (Arena Triturada)				RC_D01
	Dosificación 02 (Arena Gruesa Natural)				RC_D02
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral	Dosificación 01 (Arena Triturada)				RCD_D01
	Dosificación 02 (Arena Gruesa Natural)				RCD_D02
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión	Dosificación 01 (Arena Triturada)	-----			RTF_D01
	Dosificación 02 (Arena Gruesa Natural)	-----			RTF_D02

Nota: Elaborado por el tesista.

3.3. Instrumentos

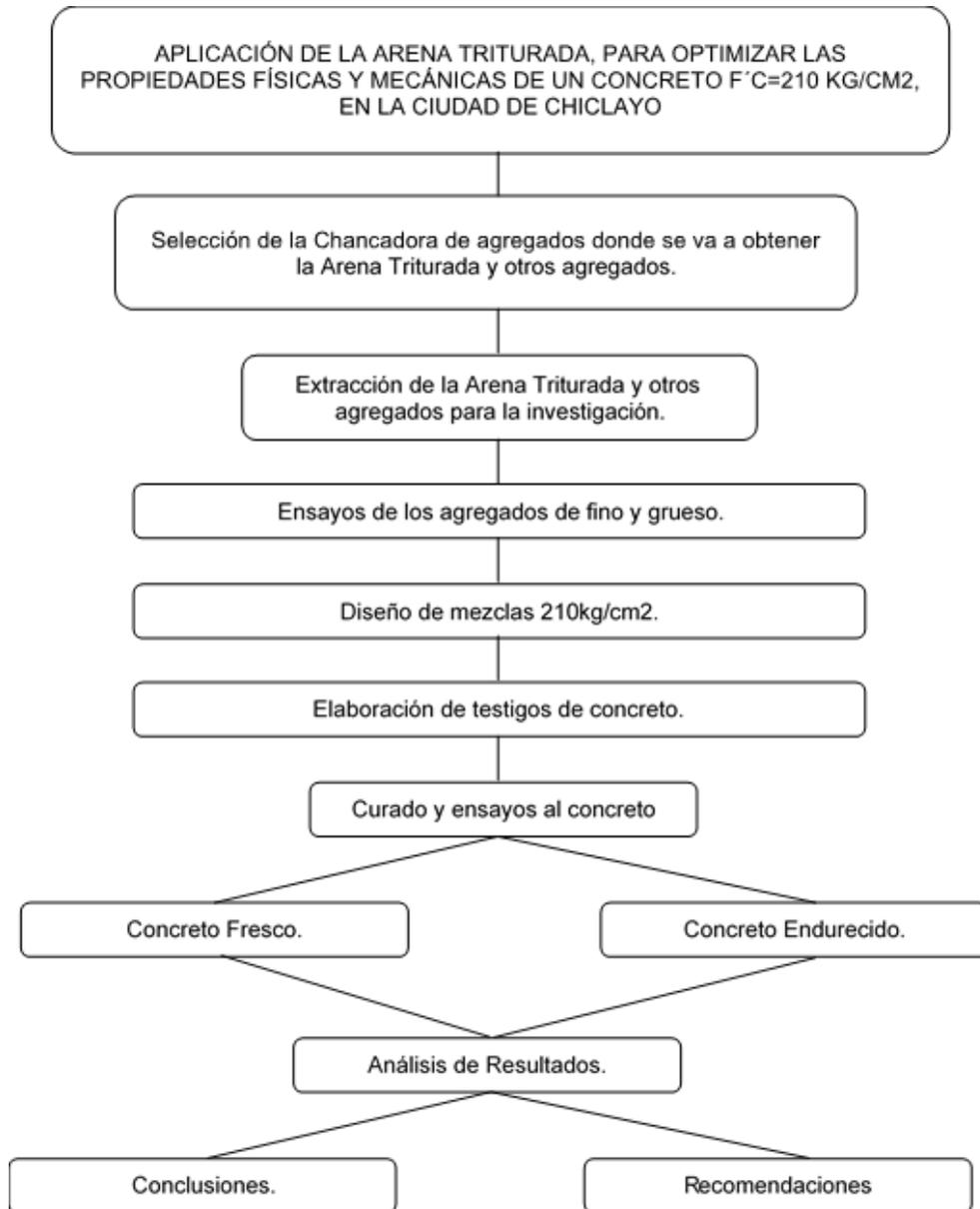
La técnica para usarse será la observación, mediante la cual podremos capturar el evento, y también usaremos la descripción para hacer referencia al evento. Se utilizará como instrumento la obtención y registro de datos será el equipo del laboratorio de agregados "FERMATI SAC" y "LMSCEACH EIRL", donde realizamos las pruebas requeridas para las siguientes investigaciones, además, se utilizan las normas técnicas peruanas para establecer la calidad y resultados estándar objetivos.

3.4. Procedimiento

Los pasos seguidos en este trabajo de investigación se muestran en el gráfico.

Figura 1

Diagrama de flujo del Procedimiento Experimental



Nota: Elaborado por el tesista.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1. Ensayos de Caracterización de los Agregados

4.1.1. *Análisis Granulométrico de los Agregados*

4.1.1.1. Descripción Del Ensayo

Este ensayo determina partículas agregadas de diferentes tamaños y obtener el número (expresado en porcentaje) de diferentes tamices que pasan la serie utilizada en la prueba, desde la malla de 2" hasta la No. 200.

4.1.1.2. Equipos, instrumentos y materiales

Tamiz, balanza electrónica CAS SW-LR, horno, agregado.

4.1.1.3. Procedimientos

Seleccionar una muestra que representa el material para analizar y colocar en un horno para que se seque. Continuamente, quitar la contaminación de todos los agregados, como fragmentos de vidrio y huesos, así como la materia orgánica visible, seleccionar y pesar mediante el procedimiento de cuarteo para seleccionar el número de agregados a estudiar. Verter los áridos sobre el tamiz que se ha dispuesto de forma

decreciente y remover durante 5 minutos. Finalmente, pesar la muestra total retenida en cada malla.

Figura 2

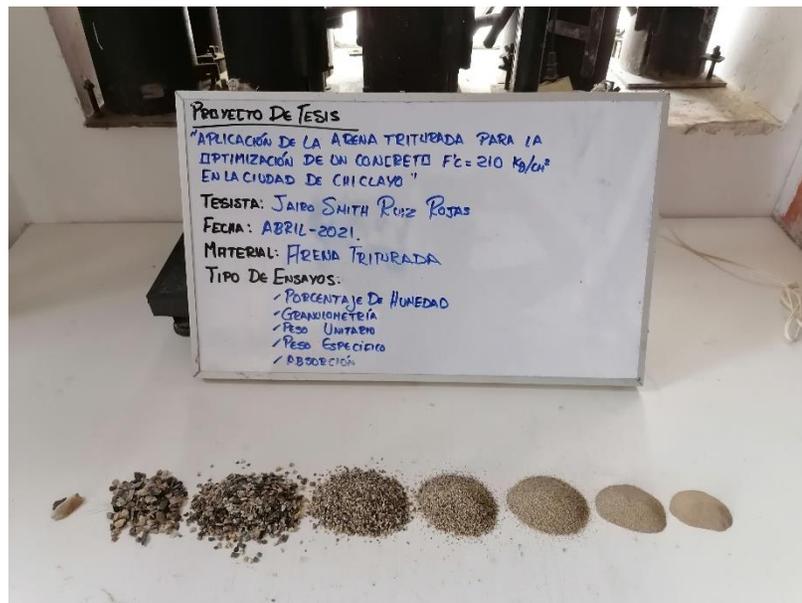
Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Procedimiento de tamizado para la Arena Triturada.

Figura 3

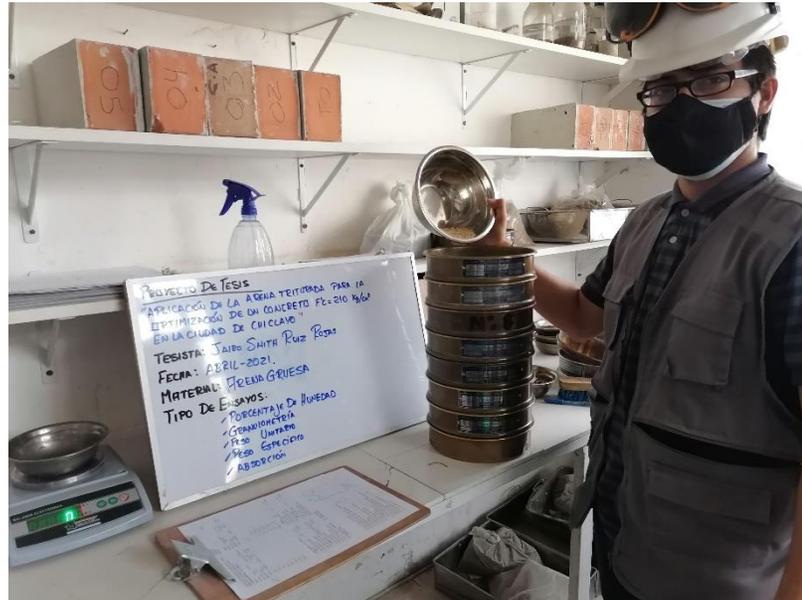
Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Granulometría de la Arena Triturada.

Figura 4

Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Procedimiento de tamizado para la Arena Gruesa Natural.

Figura 5

Ensayo Granulométrico – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Granulometría de la Arena Gruesa Natural.

Figura 6
Ensayo Granulométrico – Agregado Grueso



Nota: Procedimiento de cuarteo para el material de Piedra Chancada.

Figura 7
Ensayo Granulométrico – Agregado Grueso



Nota: Procedimiento de tamizado para la Piedra Chancada.

4.1.2. Contenido de Humedad de los Agregados

4.1.2.1. Descripción del ensayo

Determinar el porcentaje de agua en muestras de agregados finos y gruesos para secar las muestras.

4.1.2.2. Equipos, instrumentos y materiales

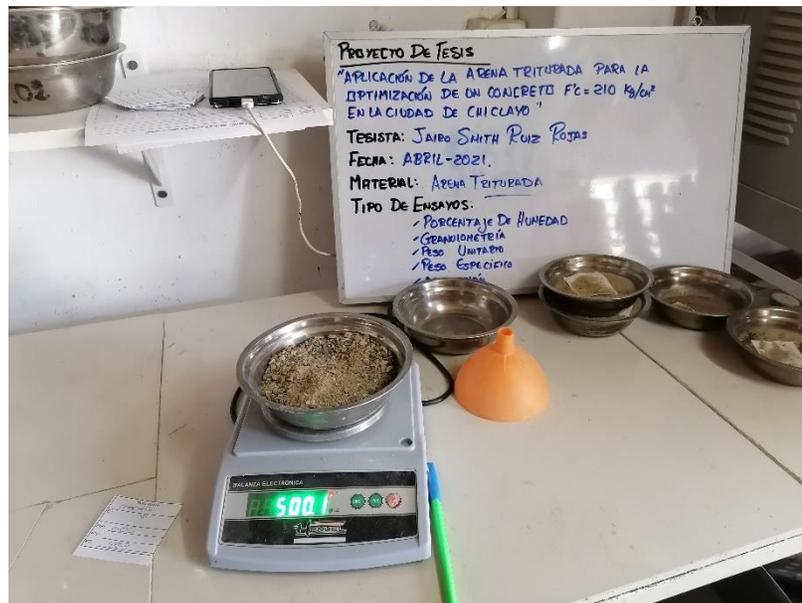
Horno, balanza electrónica CAS SW-LR, tara, agregado.

4.1.2.3. Procedimientos

Pesar las taras vacías, incluidas sus tapas, coloque una muestra agregada representativa en el peso de tara en condiciones húmedas y luego lo pesamos. Conservar el elemento muestral en horno en el tiempo de 24 horas, con temperatura que se elevó hasta 111 °C. Después se sacó y se enfrió a temperatura ambiental. Finalmente, se vuelve a pesar la muestra ya seca.

Figura 8

Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Medición y secado de material de la Arena Triturada.

Figura 9

Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Medición y secado de material de la Arena Gruesa Natural.

Figura 10

Ensayo de Contenido de Humedad – Agregado Grueso



Nota: Medición y secado de material de Piedra Chancada.

4.1.3. *Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino*

4.1.3.1. Descripción del ensayo

Se estable los procedimientos para determinar la densidad promedio de partículas de agregado fino, la densidad relativa (gravedad específica) y la cantidad de adsorción de agregado fino.

4.1.3.2. Equipos, instrumentos y materiales

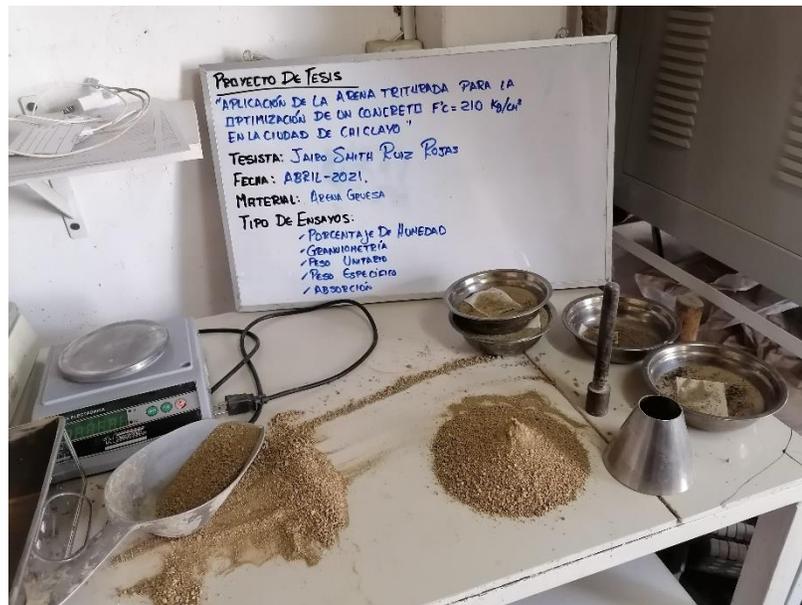
Balanza electrónica CAS SW-LR, picnómetros, matraces, moldes y varillas de compactación.

4.1.3.3. Procedimientos

- El procedimiento que se siguió fue el especificado de la norma NTP 400.022 “Método de ensayo para determinar el (PESO ESPECIFICO) y absorción del agregado grueso”.

Figura 11

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Utilización de del método del cono y secado de material de la Arena Gruesa Natural.

Figura 12

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Medición y colocación del material de Arena Gruesa Natural, dentro de la fiola.

Figura 13

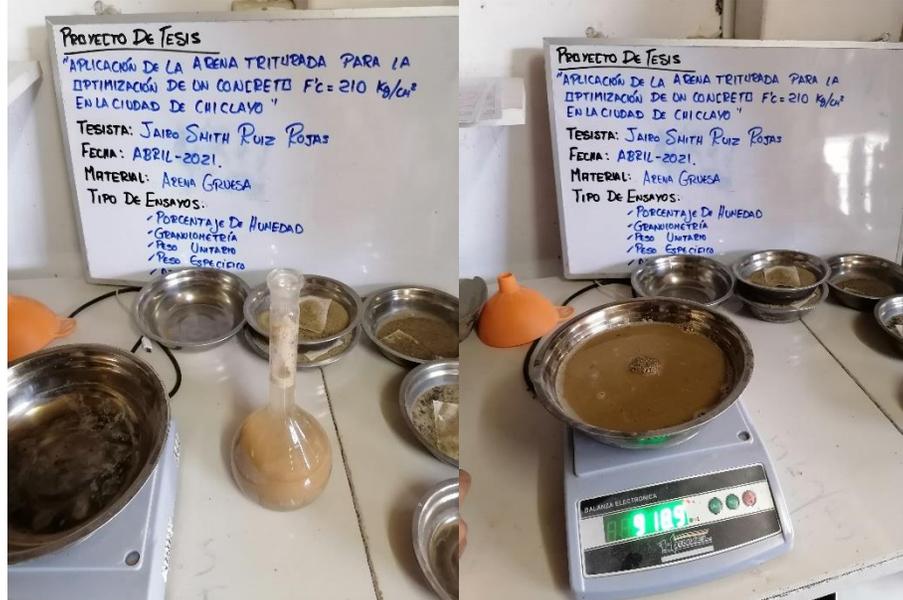
Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Medición y secado de material de la Arena Gruesa Natural.

Figura 14

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Medición del material de Arena Gruesa Natural dentro de la fiola, medición y secado del material.

Figura 15

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Medición de material de la Arena Gruesa Natural, ya secado al horno.

Figura 16

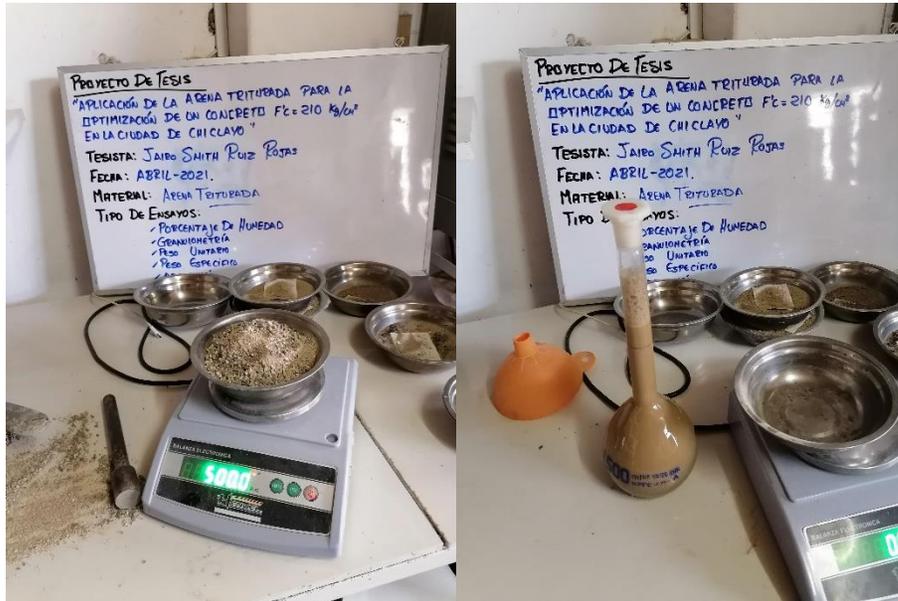
Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Utilización de del método del cono y secado de material de la Arena Triturada.

Figura 17

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota:

Medición del material de Arena Triturada dentro de la fiola, medición y secado del material.

Figura 18

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Material de Arena Triturada dentro de la fiola, se dejará reposar por un determinado tiempo.

Figura 19

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Medición del material de Arena Triturada, después de secado al horno.

4.1.4. Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso

4.1.4.1. Descripción del ensayo

Desarrolla para analizar el peso específico y la absorción de agua de la muestra de agregado grueso, el peso específico saturado del agregado seco y el grado absorción de agua luego de humedecer en agua el agregado durante 24 horas.

4.1.4.2. Equipos, instrumentos y materiales

balanza electrónica CAS SW-LR, cestas de alambre, tanques de agua, tamices, estufas.

4.1.4.3. Procedimientos

- Primero, seleccione la muestra para esta prueba triturando la muestra y desechando todos los materiales que pasaron el tamiz de 4,75 mm (N ° 04).
- Lavar el material para quitar el polvo.
- Posteriormente se satura la muestra por 24 horas.
- Con franela, saque la muestra parcialmente saturada y seque la superficie.
- Registrar el peso de la muestra saturada seca superficial a utilizar.
- La balanza está calibrada para calcular el peso bajo el agua.
- Pesar la canasta y registramos el peso de la canasta sumergida.
- Pesar las muestras en el cesto sumergidas en agua.
- Finalmente, llevar la muestra en el horno durante 24 horas y registramos el peso de la muestra seca.

Figura 20

Ensayo de Peso Específico y Porcentaje de Absorción – Agregado Grueso



Nota: Material de Piedra Chancada dentro de canastilla.

4.1.5. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados

4.1.5.1. Descripción del ensayo

Determinar el peso unitario volumétrico de los amateriales.

4.1.5.2. Equipos, instrumentos y materiales

Espécimen, agregados, balanza electrónica CAS SW-LR, varillas de compactación, pala manual

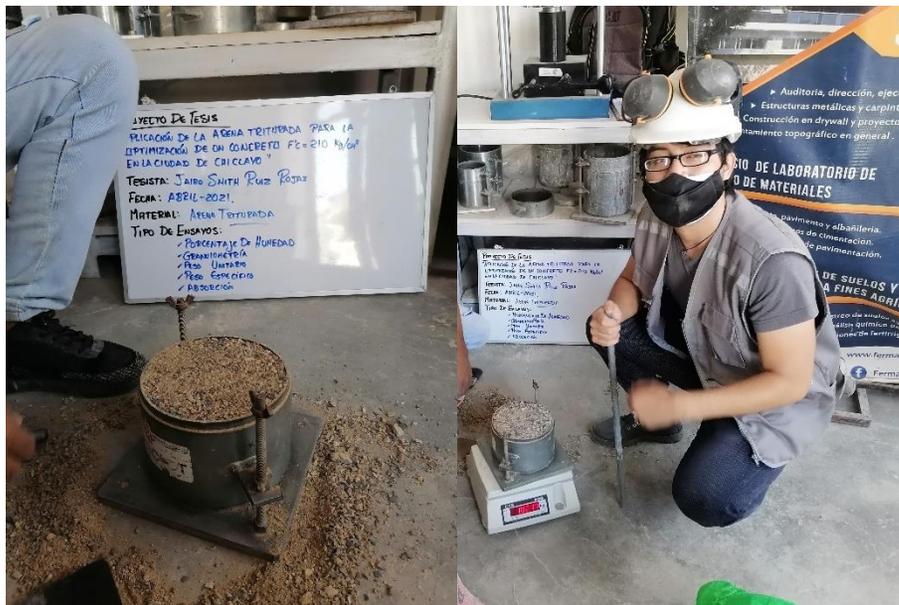
4.1.5.3. Procedimientos

- El procedimiento requerido para esta prueba es similar para muestras de material fino y grueso. Al comienzo de la prueba, pesamos el recipiente que se utilizará.
- Se pone una cierta cantidad de muestras en el recipiente respectivamente. Aplanamos la muestra sin crear presión y luego se pesa.

- Se anota los datos por separado, seguimos tirando todas las muestras usadas, lo volvemos a llenar a 1/3 de la altura del contenedor.
- Usar la varilla para compactar 25 veces, repita la misma operación en 2/3, y finalmente repita la misma operación en el volumen total.
- Por último, hacer un balance y se toma las notas necesarias para realizar nuestros cálculos.

Figura 21

Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Material de Arena Triturada suelta y compactada.

Figura 22

Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Material de Arena Gruesa Natural suelta y compactada.

Figura 23

Peso Unitario Suelto y Compactado – Agregado Grueso



Nota: Material de Piedra Chancada varillado y suelto.

CAPÍTULO V
RESULTADOS

5.1. Ensayos de Caracterización de los Agregados

5.1.1. Análisis Granulométrico de los Agregados

Tabla 9

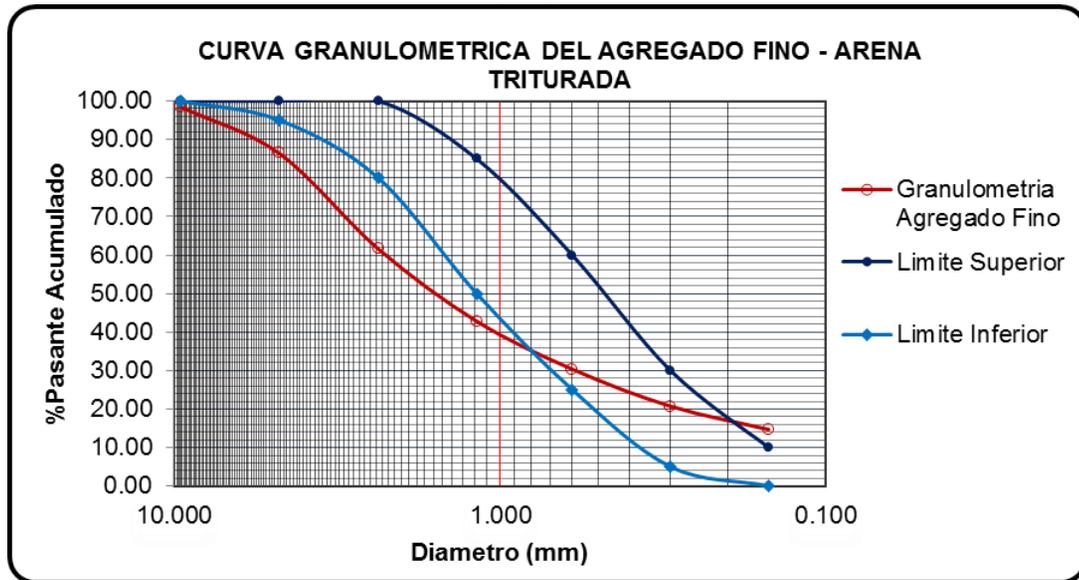
Granulometría del Agregado Fino (Arena Triturada).

	N TAMIZ "	Diámetro (mm)	Agregado retenido	% Retenido	% Rete. Acumulado	% Pasante Acumulado	Límite Inferior	Limite Superior	
1	3/8	9.525	7.1	1.42	1.42	98.58	100	100	
2	#04	4.750	60.5	12.10	13.52	86.48	95	100	
3	#08	2.360	124.3	24.86	38.38	61.62	80	100	
4	#16	1.180	93.9	18.78	57.16	42.84	50	85	
5	#30	0.600	62.5	12.50	69.66	30.34	25	60	
6	#50	0.300	48.1	9.62	79.28	20.72	5	30	
7	#100	0.150	30.4	6.08	85.36	14.64	0	10	
8	#200	0.075	69.2	13.84	99.20	0.80			
9	Fondo		4	0.80	100.00	0.00			
10			500	100					
Módulo de Fineza							3.4478		

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 24

Curva Granulométrica del Agregado Fino (Arena Triturada)



Nota: Elaborado por el tesista

La Figura 24 nos presenta un resumen de los datos obtenidos de la Tabla 9, de la Granulometría de Agregado Fino, y la relación de la Curva Granulométrica de la Arena Triturada con relación al Límite Superior y Límite Inferior.

Tabla 10

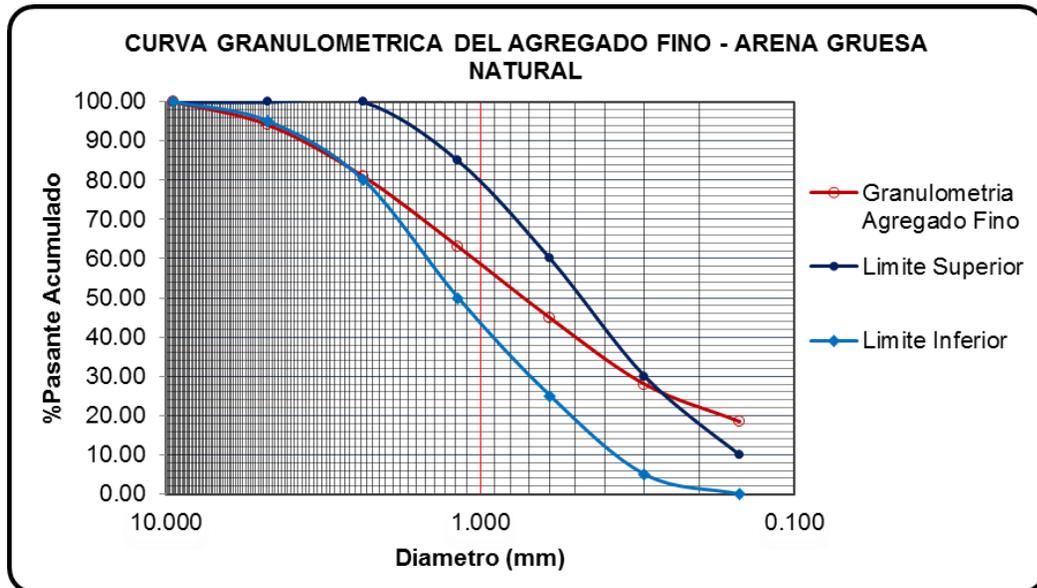
Granulometría del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).

N TAMIZ "	Diámetro (mm)	Agregado retenido	% Retenido	% Rete. Acumulado	% Pasante Acumulado	Límite Inferior	Límite Superior
1	3/8	0	0.00	0.00	100.00	100	100
2	#04	29.9	5.98	5.98	94.02	95	100
3	#08	65.8	13.16	19.14	80.86	80	100
4	#16	89.3	17.86	37.00	63.00	50	85
5	#30	91.2	18.24	55.24	44.76	25	60
6	#50	84.3	16.86	72.10	27.90	5	30
7	#100	47.4	9.48	81.58	18.42	0	10
8	#200	32.4	6.48	88.06	11.94		
9	Fondo	59.7	11.94	100.00	0.00		
10		500	100				
Módulo de Fineza						2.7104	

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 25

Curva Granulométrica del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)



Nota: Elaborado por el tesista

La Figura 25 nos presenta un resumen de los datos obtenidos de la Tabla 10, de la Granulometría de Agregado Fino, y la relación de la Curva Granulométrica de la Arena Gruesa Natural con relación al Límite Superior y Límite Inferior.

Tabla 11

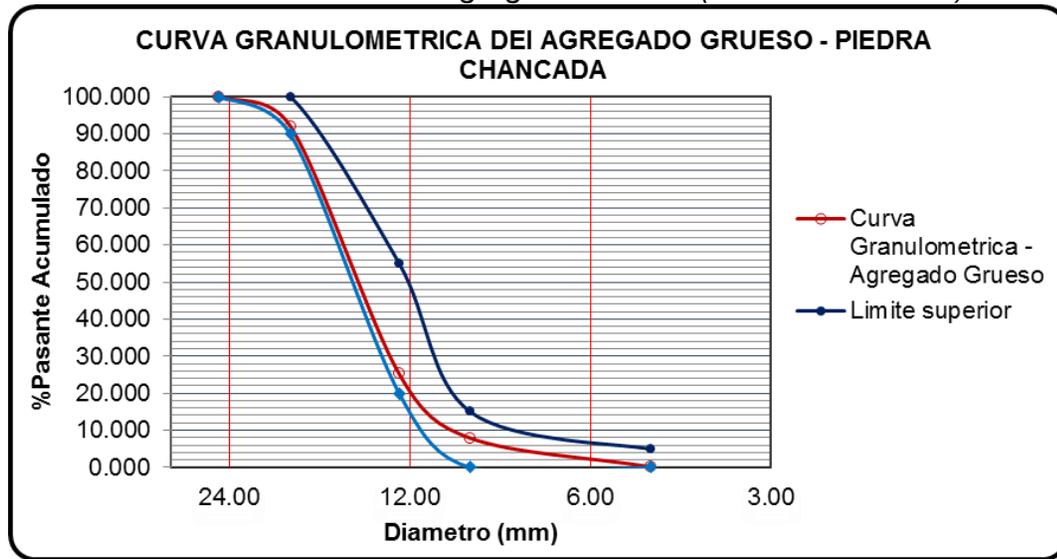
Granulometría del Agregado Grueso (Piedra Chancada).

	N TAMIZ"	Diámetro (mm)	Agregado retenido (gr)	% Retenido	% Rete. Acumul.	% Pasante Acumul.	Límite inferior	Límite superior
1	2 1/2	63.00	0.00	0.000	0.000	100.000		
2	2"	50.00	0.00	0.000	0.000	100.000		
3	1 1/2	38.10	0.00	0.000	0.000	100.000		
4	1"	25.00	0.00	0.000	0.000	100.000	100	100
5	3/4	19.00	351.40	8.005	8.005	91.995	90	100
6	1/2	12.50	2934.00	66.837	74.842	25.158	20	55
7	3/8	9.50	758.70	17.283	92.125	7.875	0	15
8	#4	4.75	339.40	7.732	99.856	0.144	0	5
9	#8	2.36	2.90	0.066	99.923	0.077		
10	#16	1.18	0.50	0.011	99.934	0.066		
11	Fondo		2.90	0.066	100.000	0.000		
12	Total		4389.80	100.00				
							Módulo de Fineza	7.67
							Tamaño Máximo	1"
							Tamaño Nominal Máximo	3/4"

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 26

Curva Granulométrica del Agregado Grueso (Piedra Chancada)



Nota: Elaborado por el tesista

La Figura 26 nos presenta un resumen de los datos obtenidos de la Tabla 11, de la Granulometría de Agregado Grueso, y la relación de la Curva Granulométrica de la Arena Triturada con relación al Limite Superior y Límite Inferior, adema la Tabla 11, muestra el Módulo de Fineza y Tamaño Máximo Nominal.

5.1.2. Contenido de Humedad de los Agregados

Tabla 12

Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).

AGREGADO FINO (Arena Gruesa Natural)	
Descripción	Cantidad
Peso de Muestra 1 =	889.50 gr.
Peso de Muestra 2 =	889.00 gr.
Peso de Muestra 3 =	888.50 gr.
1. Peso Seco Promedio + Molde (G)	0.889 kg.
2. Peso Molde (T)	0.393 kg.
3. Peso Húmedo (Ph)	0.500 kg.
4. Peso Seco (Ps)	0.496 kg.
5. Contenido de Humedad $(Ph - Ps)/(Ps) \cdot 100$	0.81%

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 13*Contenido de Humedad del Agregado Fino (Arena Triturada).*

AGREGADO FINO (Arena Triturada)	
Descripción	Cantidad
Peso de Muestra 1 =	891.50 gr.
Peso de Muestra 2 =	890.00 gr.
Peso de Muestra 3 =	889.50 gr.
1. Peso Seco Promedio + Molde (G)	0.890 kg.
2. Peso Molde (T)	0.393 kg.
3. Peso Húmedo (Ph)	0.500 kg.
4. Peso Seco (Ps)	0.497 kg.
5. Contenido de Humedad (Ph- Ps)/(Ps)*100	0.54%

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 14*Contenido de Humedad del Agregado Grueso (Piedra Chancada).*

AGREGADO GRUESO (Piedra Chancada)	
Descripción	Cantidad
Peso de Muestra 1 =	5082.85 gr.
Peso de Muestra 2 =	5082.80 gr.
Peso de Muestra 3 =	5082.75 gr.
1. Peso Seco Promedio + Molde (G)	5.083 kg.
2. Peso Molde (T)	0.693 kg.
3. Peso húmedo (Ph)	4.412 kg.
4. Peso Seco (Ps)	4.390 kg.
5. Contenido de Humedad (P.h.- P.s.)/(P.s.)*100	0.51%

Nota: Elaborado por el tesista.

Las Tablas 12, 13 y 14 nos presentan un resumen de los datos obtenidos del método para obtener el Cont. de Humedad de los materiales utilizados.

5.1.3. *Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino*

Tabla 15

Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Triturada).

DESCRIPCION	Agregado Fino (Arena Triturada)			
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
Peso de la fiola	177.70 gr.	177.70 gr.	177.70 gr.	
Peso de la fiola + muestra seca w	677.70 gr.	677.70 gr.	677.70 gr.	
Muestra saturada superficialmente seca 2-1	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.	
Peso de la fiola + Agua hasta la marca	677.70 gr.	677.70 gr.	677.70 gr.	
Peso del Agua WH ₂ O (4-1) (cm ³)	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.	
Peso de la fiola + muestra + Agua Wfsw (gr)	953.70 gr.	954.00 gr.	954.30 gr.	
Peso de la muestra + Agua Wfsw (6-1)	776.00 gr.	776.30 gr.	776.60 gr.	
Peso de la muestra seca al horno	496.90 gr.	497.20 gr.	497.50 gr.	
Peso específico del A. Fino 8/(5+3-6)	2.22 gr.	2.22 gr.	2.23 gr.	2.22 gr
Peso específico del A. Fino S.S.S 3/(5+3-6)	2.23 gr.	2.24 gr.	2.24 gr.	2.24 gr
Peso específico Aparente 8/(5+8-8)	2.25 gr.	2.25 gr.	2.25 gr.	2.25 gr
Porcentaje de Absorción (3-8) /8*100	0.62 %	0.56 %	0.50 %	0.56 %

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 16

Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).

DESCRIPCION	Agregado Fino (Arena Gruesa Natural)			
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
Peso de la fiola	155.70 gr.	155.70 gr.	155.70 gr.	
Peso de la fiola + muestra seca w	655.70 gr.	655.70 gr.	655.70 gr.	
Muestra saturada superficialmente seca 2-1	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.	
Peso de la fiola + Agua hasta la marca	655.70 gr.	655.70 gr.	655.70 gr.	
Peso del Agua WH ₂ O (4-1) (cm ³)	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.	
Peso de la fiola + muestra + Agua Wfsw (gr)	964.80 gr.	964.80 gr.	964.80 gr.	
Peso de la muestra + Agua Wfsw (6-1)	809.10 gr.	809.10 gr.	809.10 gr.	
Peso de la muestra seca al horno	496.61 gr.	496.60 gr.	496.59 gr.	
Peso específico del A. Fino 8/(5+3-6)	2.60 gr.	2.60 gr.	2.60 gr.	2.60 gr
Peso específico del A. Fino S.S.S 3/(5+3-6)	2.62 gr.	2.62 gr.	2.62 gr.	2.62 gr
Peso específico Aparente 8/(5+8-8)	2.65 gr.	2.65 gr.	2.65 gr.	2.65 gr
Porcentaje de Absorción (3-8) /8*100	0.68 %	0.68 %	0.69 %	0.68 %

Nota: Elaborado por el tesista.

Las Tablas 15 y 16 nos presentan un resumen de los datos obtenidos del método para obtener el P. Espec. y Porcen. De Absor. del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural y la Arena Triturada).

5.1.4. *Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso*

Tabla 17

Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (Piedra Chancada).

DESCRIPCION	Agregado Grueso			
	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
1. Peso de la muestra seca al horno	1774.00 gr.	1774.00 gr.	1774.00 gr.	
2. Peso de la M. Sat. Superf. Seco	1794.00 gr.	1794.00 gr.	1794.00 gr.	
3. Peso de la M. Sat. Sumergida + Canastilla	1910.00 gr.	1910.00 gr.	1910.00 gr.	
4. Peso de la Canastilla	790.00 gr.	790.00 gr.	790.00 gr.	
5. Peso de la M. Saturado Sumergida	1120.00 gr.	1120.00 gr.	1120.00 gr.	
6. Peso específico del A. Grueso 1/(2-5)	2.63 gr.	2.63 gr.	2.63 gr.	2.63 gr.
7. Peso específico del A. Grueso S.S.S. 2/(2-5)	2.66 gr.	2.66 gr.	2.66 gr.	2.66 gr.
8. Peso específico Aparente 1/(1-5)	2.71 gr.	2.71 gr.	2.71 gr.	2.71 gr.
9. Porcentaje de Absorción (2-1) /1*100	1.13 %	1.13 %	1.13 %	1.13 %

Nota: Elaborado por el tesista.

La Tabla 17 nos presentan un resumen de los datos obtenidos del método para obtener el P. Espec. y Porcen. De Absor. del Agregado Grueso (Piedra Chancada).

5.1.5. *Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados*

Tabla 18

Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino (Arena Triturada).

Descripción	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Compactado
Peso de Muestra 1 =	9646.00 gr.	9986.00 gr.
Peso de Muestra 2 =	9643.00 gr.	9983.00 gr.
Peso de Muestra 3 =	9640.00 gr.	9980.00 gr.
1. Peso muestra suelta + Molde (G)	9.643 kg.	9.983 kg.
2. Peso molde (T)	6.324 kg.	6.324 kg.
3. Volumen del molde (Vm)	0.002122 m ³	0.002122 m ³
4. Peso Unitario húmedo (G-T) / Vm	1563.835 kg/m ³	1724.035 kg/m ³
5. Peso Unitario Seco (P.U.H.)/(1+C.H.)	1555.494 kg/m³	1714.840 kg/m³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 19

Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).

Descripción	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Compactado
Peso de Muestra 1 =	9168.00 gr.	9775.00 gr.
Peso de Muestra 2 =	9195.00 gr.	9798.00 gr.
Peso de Muestra 3 =	9181.50 gr.	9181.50 gr.
1. Peso muestra suelta + Molde (G)	9.182 kg.	9.787 kg.
2. Peso molde (T)	6.324 kg.	6.324 kg.
3. Volumen del molde (Vm)	0.002122 m ³	0.002122 m ³
4. Peso Unitario húmedo (G-T) / Vm	1346.387 kg/m ³	1631.448 kg/m ³
5. Peso Unitario Seco (P.U.H.)/(1+C.H.)	1335.616 kg/m³	1618.397 kg/m³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 20

Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso (Piedra Chancada).

Descripción	Peso Unitario Suelto	Peso Unitario Compactado
Peso de Muestra 1 =	16070.00 gr.	17007.00 gr.
Peso de Muestra 2 =	16046.00 gr.	17004.00 gr.
Peso de Muestra 3 =	16058.00 gr.	17001.00 gr.
1. Peso muestra suelta + Molde (G)	16.058 kg.	17.004 kg.
2. Peso molde (T)	8.494 kg.	8.494 kg.
3. Volumen del molde (Vm)	0.005435 m ³	0.005435 m ³
4. Peso Unitario Seco (G-T) / Vm	1391.708 kg/m ³	1565.763 kg/m ³
5. Peso Unitario Seco (P.U.H.)/(1+C.H.)	1384.674 kg/m³	1557.849 kg/m³

Nota: Elaborado por el tesista.

Las Tablas 18, 19 y 20 nos presentan un resumen de los datos obtenidos del método para obtener el contenido de peso unitario suelto y compactado de los materiales utilizados.

5.1.6. Resumen de Ensayos del Agregado Fino

Tabla 21

Resumen de Ensayos de Agregado Fino (Arena Triturada).

AGREGADO FINO	
Material:	Arena Triturada
Procedencia:	Chancadora Piedra Azul
	Peso específico de masa: 2.223 gr/m ³
	Peso seco compactado: 1714.840 kg/m ³
	Absorción: 0.56 %
	Contenido de Humedad: 0.54 %
	Módulo de finura: 3.45

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 22

Resumen de Ensayos de Agregado Fino (Arena Gruesa Natural).

AGREGADO FINO	
Material:	Arena Gruesa Natural
Procedencia:	Cantera La Victoria - Pátapo
	Peso específico de masa: 2.601 gr/m ³
	Peso seco compactado: 1618.397 kg/m ³
	Absorción: 0.68 %
	Contenido de Humedad: 0.81 %
	Módulo de finura: 2.71

Nota: Elaborado por el tesista.

Las Tablas 21 y 22 nos presentan el resumen de los datos obtenidos del Agregado Fino (Arena Gruesa Natural y la Arena Triturada).

5.1.7. Resumen de Ensayos del Agregado Grueso

Tabla 23

Resumen de Ensayos de Agregado Grueso (Piedra Chancada).

AGREGADO GRUESO	
Material :	Piedra Chancada de 1/2
Procedencia :	Cantera Tres Tomas
	Peso específico de masa : 2.632 gr/m ³
	Peso seco compactado : 1557.849 kg/m ³
	Absorción : 1.13 %
	Contenido de Humedad : 0.51 %
	Módulo de finura : 7.67
	Tamaño máximo nominal : 3/4 "

Nota: Elaborado por el tesista.

La Tabla 23 nos presentan el resumen de los datos obtenidos del Agregado Grueso (Piedra Chancada).

5.2. Datos de Diseño de Mezcla

Los datos del diseño de la dosificación se realizan usando el modelo metodológico del módulo de finura de combinación de materiales, que involucra los módulos del agregado fino y del agregado grueso. La resistencia a la compresión seleccionada es $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. En la investigación actual considera dos diseños híbridos, el diseño 01 se desarrolla alrededor de agregados finos correspondientes a arena triturada y la dosis 02 se desarrolla con arena gruesa natural.

5.2.1. Diseño de Mezcla – Dosificación 01

- a. Resistencia de Diseño, se utilizó la Tabla 3, debido a que se desconoce la desviación estándar el diseño estudiado.

Tabla 24

Resistencia a la Compresión Promedio del Diseño 01

Resistencia a la Compresión Promedio – Diseño 01	
Resistencia a la compresión especificada del Concreto ($f'c$)	210 kg/cm^2
Factor de Resistencia Promedio	84 kg/cm^2
Resistencia promedio a la compresión del Concreto ($f'cr$)	294 kg/cm^2

Nota: Elaborado por el tesista.

- b. T. M. N. del material grueso, el resultado del ensayo granulométrico del agregado grueso fue el siguiente.

$$T. \text{ M}áx. \text{ Nominal} = 3/4''$$

- c. Asentamiento de la mezcla, requiere una trabajabilidad de una mezcla plástica de consistencia, según la Tabla 4.

$$\text{Asentamiento} = 3 \text{ a } 4 \text{ pulgadas.}$$

- d. Volumen unitario de agua para la dosificación, según la Tabla 5, la Dosificación 01 resulta 205 lt/m^3 de agua.
- e. El volumen de Aire, según la Tabla 5, para la Dosificación 01 se obtiene un volumen de aire de 2%.

- f. Factor Agua/Cemento, tenemos un $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$, con aire incorporado de 2%, por lo tanto, interpolando según la Tabla 6, para la Dosificación 01 se obtiene una relación de agua/cemento igual a 0.558.
- g. Factor cemento, coeficiente de cemento es dividir un volumen de agua por la correlación agua / cemento, a partir de la cual determinamos el volumen de cemento que se utilizará en la dosificación.

$$f_{cm} = \frac{V_{ua}}{a/c}$$

$$f_{cm} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.558}$$

$$f_{cm} = 367.38 \text{ kg/m}^3 \approx 367 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{cm} = 367 \text{ kg/m}^3 * \frac{1 \text{ bol.}}{42.5 \text{ kg.}}$$

$$f_{cm} = 8.64 \text{ bol.}$$

Para la Dosificación 01, se obtiene un factor de cemento de 367 kg/cm^3 o su equivalente en bolsas de cemento de 8.64.

- h. Módulo de Finura de la Combinación, tenemos un volumen de cemento de 8.64 bol/m^3 , Tamaño máximo de agregado grueso de 1", por lo tanto, interpolando según la Tabla 07, para la Dosificación 01 se resulta un módulo de fineza de la combinación de materiales igual a 0.544.
- i. Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Tabla 25

Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 01

Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino	
Módulo de Finura de la Combinación (m):	5.440
Porcentaje de Agregado Fino (r_f):	52.78%
Porcentaje de Agregado Grueso (r_g):	47.22%

Nota: Elaborado por el tesista.

j. Determinación de los Valores Absolutos

Tabla 26

Cálculo Volumen absoluto de la Pasta

Cálculo del Volumen Absoluto de la Pasta	
Cemento:	0.117 m ³
Agua:	0.205 m ³
Aire:	0.020 m ³
<hr/>	
Volúmenes Absolutos de Pasta:	0.342 m ³
Volúmenes Absolutos de Agregados (Vaa):	0.658 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 27

Cálculo Volumen absoluto de Agregado Grueso y Agregado Fino

Contenido de Agregado Fino	
Volumen Absoluto de Agregado Fino (Vaa* r _r):	0.348 m ³
Contenido de Agregado Grueso	
Volumen Absoluto de Agregado Grueso (Vaa* r _g):	0.311 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 28

Volumen Absoluto de Materiales del Diseño 01

Volúmenes Absolutos de los Materiales	
Cemento:	0.117 m ³
Agua:	0.205 m ³
Aire:	0.020 m ³
Agregado Fino:	0.348 m ³
Agregado Grueso:	0.311 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

En la Tabla 28 tenemos el Volumen Absoluto de materiales de la Dosificación 01.

k. Determinación de los Valores de Diseño – Dosificación 01

- Cemento: $367\text{kg}/\text{m}^3$
- Agua: $205\text{lt}/\text{m}^3$
- Agregado Fino: $0.348\text{m}^3 * 2.223 \text{ g}/\text{m}^3 * 1000$
 $772.481 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Agregado Grueso: $0.311 \text{ m}^3 * 2.632 \text{ g}/\text{m}^3 * 1000$
 $818.405 \text{ kg}/\text{m}^3$

Tabla 29*Valores de Diseño - Dosificación 01*

Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m³.	
Cemento:	367.000 kg/m ³
Agua de diseño:	205.000 lt/m ³
Agregado Fino seco:	772.000 kg/m ³
Agregado Grueso seco:	818.000 kg/m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

I. Corrección por humedad de los agregados

Tabla 30*Valores de Diseño Corregido - Dosificación 01*

Contenido de Humedad de los Agregados	
Agregado Fino:	0.54 %
Agregado Grueso:	0.51 %
Peso Húmedo de los Agregados	
Agregado Fino:	776.000 kg/m ³
Agregado Grueso:	822.000 kg/m ³
Humedad Superficial de los Agregados	
Agregado Fino:	-0.03 %
Agregado Grueso:	-0.62 %
Aporte de Humedad de los Agregados	
Agregado Fino:	0.000 lt/m ³
Agregado Grueso:	-5.000 lt/m ³
Aporte Total:	-5.000 lt/m ³
Agua Efectiva	
Agua Efectiva:	210.000 lt/m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 31*Valores de Diseño Corregidos por Humedad de Agregados - Dosificación 01*

Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m³.	
Cemento:	367.000 kg/m ³
Agua Efectiva:	210.000 lt/m ³
Agregado Fino Húmedo:	776.000 kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo:	822.000 kg/m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

m. Determinación de la proporción por tanda

Tabla 32

Valores de Diseño de la Proporción por Tanda Corregidos - Dosificación 01

Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento.	
Cemento:	42.50 Kg/bolsa
Agua Efectiva:	24.32 lt/bolsa
Agregado Fino Húmedo:	89.86 Kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo:	95.19 Kg/bolsa

Nota: Elaborado por el tesista.

n. Determinación de la proporción en peso

Tabla 33

Valores de Diseño de la Proporción por Peso Corregidos - Dosificación 01

Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	
Cemento:	1
Agregado Fino Húmedo:	2.11
Agregado Grueso Húmedo:	2.24
Agua Efectiva:	24.32 lt/bolsa

Nota: Elaborado por el tesista.

5.2.2. Diseño de Mezcla – Dosificación 02

a. Resistencia de Diseño, se utilizó la Tabla 3, debido a que se desconoce la desviación estándar el diseño estudiado.

Tabla 34

Resistencia a la Compresión Promedio del Diseño 02

Resistencia a la Compresión Promedio – Diseño 02	
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c)	210 kg/cm ²
Factor de Resistencia Promedio	84 kg/cm ²
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr)	294 kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

b. T. M. N. del material grueso, el resultado del ensayo granulométrico del agregado grueso fue el siguiente.

$$T. \text{ M.áx. Nominal} = 3/4''$$

- c. Asentamiento de la mezcla, requiere una trabajabilidad de una mezcla plástica de consistencia, según la Tabla 4.

Asentamiento = 3 a 4 pulgadas.

- d. Volumen unitario de agua para la dosificación, según la Tabla 5, la Dosificación 01 resulta 205 lt/m³ de agua.
- e. Contenido de Aire, según la Tabla 5, para la Dosificación 01 se obtiene un contenido volumen de aire de 2%.
- f. Factor Agua/Cemento, tenemos un $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$, con aire incorporado de 2%, por lo tanto, interpolando según la Tabla 6, para la Dosificación 01 se obtiene una relación de agua/cemento igual a 0.558.
- g. Factor cemento, coeficiente de cemento es dividir un volumen de agua por la correlación agua / cemento, a partir de la cual determinamos el volumen de cemento que se utilizará en la dosificación.

$$f_{cm} = \frac{V_{ua}}{a/c}$$

$$f_{cm} = \frac{205 \text{ kg/m}^3}{0.558}$$

$$f_{cm} = 367.38 \text{ kg/m}^3 \approx 367 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{cm} = 367 \text{ kg/m}^3 * \frac{1 \text{ bol.}}{42.5 \text{ kg.}}$$

$$f_{cm} = 8.64 \text{ bol.}$$

Para la Dosificación 02, se obtiene un factor de cemento de 367 kg/cm³ o su equivalente en bolsas de cemento de 8.64.

- h. Módulo de Finura de la Combinación, tenemos una cantidad de cemento de 8.64 bol/m³, Tamaño máximo de agregado grueso de 1", por lo tanto, interpolando según la Tabla 07, para la Dosificación 02 resulta un módulo de fineza de la combinación de material igual a 0.544.

i. Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Tabla 35

Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 02

Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino	
Módulo de Finura de la Combinación (m):	5.440
Porcentaje de Agredo Fino (r_f):	44.93%
Porcentaje de Agredo Grueso (r_g):	55.07%

Nota: Elaborado por el tesista.

j. Determinación de los Valores Absolutos

Tabla 36

Cálculo Volumen absoluto de la Pasta del Diseño 02

Cálculo del Volumen Absoluto de la Pasta	
Cemento:	0.116 m ³
Agua:	0.205 m ³
Aire:	0.020 m ³
Volúmenes Absolutos de Pasta:	0.341 m ³
Volúmenes Absolutos de Agregados (V_{aa}):	0.659 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 37

Cálculo Volumen absoluto de Agregado Grueso y Agregado Fino del Diseño 02

Contenido de Agregado Fino	
Volumen Absoluto de Agregado Fino ($V_{aa} \cdot r_f$):	0.296 m ³
Contenido de Agregado Grueso	
Volumen Absoluto de Agregado Grueso ($V_{aa} \cdot r_g$):	0.363 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 38

Volumen Absoluto de Materiales del Diseño 02

Volúmenes Absolutos de los Materiales	
Cemento:	0.116 m ³
Agua:	0.205 m ³
Aire:	0.020 m ³
Agregado Fino:	0.296 m ³
Agregado Grueso:	0.363 m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

En la Tabla 38 tenemos el Volumen Absoluto de materiales de la Dosificación 02.

k. Determinación de los Valores de Diseño – Dosificación 02

- Cemento: $367\text{kg}/\text{m}^3$
- Agua: $205\text{lt}/\text{m}^3$
- Agregado Fino: $0.296\text{m}^3 * 2.601\text{ g}/\text{m}^3 * 1000$
 $769.972\text{ kg}/\text{m}^3$
- Agregado Fino: $0.363\text{ m}^3 * 2.632\frac{\text{g}}{\text{m}^3} * 1000 = 954.963\text{ kg}/\text{m}^3$

Tabla 39

Valores de Diseño - Dosificación 02

Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m3.
Cemento: $366.000\text{ kg}/\text{m}^3$
Agua de diseño: $205.000\text{ lt}/\text{m}^3$
Agregado Fino seco: $770.000\text{ kg}/\text{m}^3$
Agregado Grueso seco: $955.000\text{ kg}/\text{m}^3$

Nota: Elaborado por el tesista.

l. Corrección por humedad de los agregados

Tabla 40

Valores de Diseño Corregido - Dosificación 02

Contenido de Humedad de los Agregados
Agregado Fino: 0.81%
Agregado Grueso: 0.51%
Peso Húmedo de los Agregados
Agregado Fino: $776.000\text{ kg}/\text{m}^3$
Agregado Grueso: $960.000\text{ kg}/\text{m}^3$
Humedad Superficial de los Agregados
Agregado Fino: 0.12%
Agregado Grueso: -0.62%
Aporte de Humedad de los Agregados
Agregado Fino: $1.000\text{ lt}/\text{m}^3$
Agregado Grueso: $-6.000\text{ lt}/\text{m}^3$
Aporte Total: $-5.000\text{ lt}/\text{m}^3$
Agua Efectiva
Agua Efectiva: $210.000\text{ lt}/\text{m}^3$

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 41

Valores de Diseño Corregidos por Humedad de Agregados - Dosificación 02

Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m³.	
366.000 kg/m ³	366.000 kg/m ³
210.000 lt/m ³	210.000 lt/m ³
776.000 kg/m ³	776.000 kg/m ³
960.000 kg/m ³	960.000 kg/m ³

Nota: Elaborado por el tesista.

m. Determinación de la proporción por tanda

Tabla 42

Valores de Diseño de la Proporción por Tanda Corregidos - Dosificación 02

Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento.	
Cemento:	42.50 Kg/bolsa
Agua Efectiva:	24.39 lt/bolsa
Agregado Fino Húmedo:	90.11 Kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo:	111.48 Kg/bolsa

Nota: Elaborado por el tesista.

n. Determinación de la proporción en peso

Tabla 43

Valores de Diseño de la Proporción por Peso Corregidos - Dosificación 01

Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	
Cemento:	1
Agregado Fino Húmedo:	2.12
Agregado Grueso Húmedo:	2.62
Agua Efectiva:	24.39 lt/bolsa

Nota: Elaborado por el tesista.

5.3. Ensayos de Concreto Fresco

5.3.1. Ensayo de asentamiento

5.3.1.1. Descripción del ensayo

Según Norma Técnica Peruana con codificación “NTP 339.035”, El propósito de desarrollo inicial de este método de prueba es proporcionar a los usuarios una tecnología para monitorear la consistencia del concreto no endurecido.

Para esta prueba, es importante considerar que el concreto con un asentamiento de menos de 15 mm puede no tener suficiente plasticidad, y el concreto con un asentamiento de más de 230 mm puede no tener suficiente cohesión.

5.3.1.2. Equipos, instrumentos y materiales

Molde metálico, forma troncocónica, abierto por ambos extremos, diámetro superior a 10 cm. Menos de 20 cm, el molde debe proporcionar soporte y asas. (Cono de Abrams), varilla de compactación lisa de 1,6 cm. De diámetro y 60 cm. Dispositivo de medición largo. Cuchara de metal.

5.3.1.3. Procedimientos

- Las muestras de concreto a ensayar deben ser representativas de los lotes preparados, y estas muestras se obtienen aleatoriamente mediante métodos adecuados, independientemente de la aparente calidad del concreto.
- El molde se coloca sobre una superficie de apoyo horizontal, que está limpia y mojada con agua.
- El operador se parará en los escalones del molde para evitar moverse durante el proceso de llenado.
- El molde se llena en 3 niveles de aproximadamente el mismo volumen, y cada nivel se apisona con 25 varillas distribuidas uniformemente. El relleno inferior mide unos 7 cm de altura y el relleno del medio tiene unos 16 cm de altura.

Al compactar el nivel medio siguiente, golpeará para que la barra se inserte un poco en la capa siguiente.

- El cono se llena en demasía antes de que se compacte la última capa.

Figura 27

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 y 02.



Nota: Asentamiento del concreto fresco.

Tabla 44

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Compresión.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-1	RC_D01_CL	7 días	06/05/2021	13/05/2021	
P-2	RC_D01_CL	7 días	06/05/2021	13/05/2021	2 4/5 pulg.
P-3	RC_D01_CL	7 días	06/05/2021	13/05/2021	
P-4	RC_D01_CL	14 días	06/05/2021	20/05/2021	
P-5	RC_D01_CL	14 días	06/05/2021	20/05/2021	2 5/7 pulg.
P-6	RC_D01_CL	14 días	06/05/2021	20/05/2021	
P-7	RC_D01_CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	
P-8	RC_D01_CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	3 pulg.
P-9	RC_D01_CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 45

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Compresión Diametral.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-55	RCD_D01_CL	7 días	07/05/2021	14/05/2021	
P-56	RCD_D01_CL	7 días	07/05/2021	14/05/2021	3 1/8 pulg.
P-57	RCD_D01_CL	7 días	07/05/2021	14/05/2021	
P-58	RCD_D01_CL	14 días	07/05/2021	21/05/2021	
P-59	RCD_D01_CL	14 días	07/05/2021	21/05/2021	2 7/9 pulg.
P-60	RCD_D01_CL	14 días	07/05/2021	21/05/2021	
P-61	RCD_D01_CL	28 días	07/05/2021	04/06/2021	
P-62	RCD_D01_CL	28 días	07/05/2021	04/06/2021	3 pulg.
P-63	RCD_D01_CL	28 días	07/05/2021	04/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 46

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 01 – Grupo para Resistencia a la Tracción por Flexión.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-1	RTF_D01_CL	14 días	06/05/2021	20/05/2021	3 pulg.
P-2	RTF_D01_CL	14 días	06/05/2021	20/05/2021	
P-3	RTF_D01_CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	3 1/5 pulg.
P-4	RTF_D01_CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 47

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Compresión.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-28	RC_D02_CL	7 días	04/05/2021	11/05/2021	
P-29	RC_D02_CL	7 días	04/05/2021	11/05/2021	3 3/5 pulg.
P-30	RC_D02_CL	7 días	04/05/2021	11/05/2021	
P-31	RC_D02_CL	14 días	04/05/2021	18/05/2021	
P-32	RC_D02_CL	14 días	04/05/2021	18/05/2021	3 1/9 pulg.
P-33	RC_D02_CL	14 días	04/05/2021	18/05/2021	
P-34	RC_D02_CL	28 días	04/05/2021	01/06/2021	
P-35	RC_D02_CL	28 días	04/05/2021	01/06/2021	4 pulg.
P-36	RC_D02_CL	28 días	04/05/2021	01/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 48

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Compresión Diametral.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-82	RCD_D02_CL	7 días	05/05/2021	12/05/2021	
P-83	RCD_D02_CL	7 días	05/05/2021	12/05/2021	4 pulg.
P-84	RCD_D02_CL	7 días	05/05/2021	12/05/2021	
P-85	RCD_D02_CL	14 días	05/05/2021	19/05/2021	
P-86	RCD_D02_CL	14 días	05/05/2021	19/05/2021	3 5/7 pulg.
P-87	RCD_D02_CL	14 días	05/05/2021	19/05/2021	
P-88	RCD_D02_CL	28 días	05/05/2021	02/06/2021	
P-89	RCD_D02_CL	28 días	05/05/2021	02/06/2021	3 1/5 pulg.
P-90	RCD_D02_CL	28 días	05/05/2021	02/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 49

Ensayo de Asentamiento para Dosificación 02 – Grupo para Resistencia a la Tracción por Flexión.

N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Asentamiento
P-13	RTF_D02_CL	14 días	05/05/2021	19/05/2021	3 2/5 pulg.
P-14	RTF_D02_CL	14 días	05/05/2021	19/05/2021	
P-15	RTF_D02_CL	28 días	05/05/2021	02/06/2021	3 1/2 pulg.
P-16	RTF_D02_CL	28 días	05/05/2021	02/06/2021	

Nota: Elaborado por el tesista.

5.4. Ensayos de Concreto Endurecido

5.4.1. Ensayo Resistencia a Compresión de Cilindros de Concreto

5.4.1.1. Descripción del ensayo

En nuestro estudio se realizará un ensayo de compresión axial en una probeta de 15 cm de diámetro, con una relación L / D de 2, y se considerará el concreto según la dosificación después del curado durante 7, 14 y 28 días.

5.4.1.2. Equipos, instrumentos y materiales

Prensa de Concreto PINZUAR PC-42 y CYM PM-20, probetas cilíndricas fabricadas según normativa.

5.4.1.3. Procedimientos

- Antes de comenzar cada prueba, limpie la superficie de contacto plana de la máquina y las dos bases de cada muestra.
- La pieza de prueba se coloca en el bloque de soporte inferior y se centra en su superficie, intente centrar la pieza de prueba y el bloque superior.
- Desde el principio hasta que la muestra se rompa, aplique una velocidad de carga continua y constante, y registre el valor de carga máxima.
- Cálculo de la resistencia a la Compresión

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- $f'c$: Resistencia a la Compresión del Concreto (kg/cm^2).
- P: Máxima Carga Aplicada (kg).
- A: Área de la Sección (cm^2).

5.4.1.4. Ensayo al día 7 de Tratamiento

Tabla 50

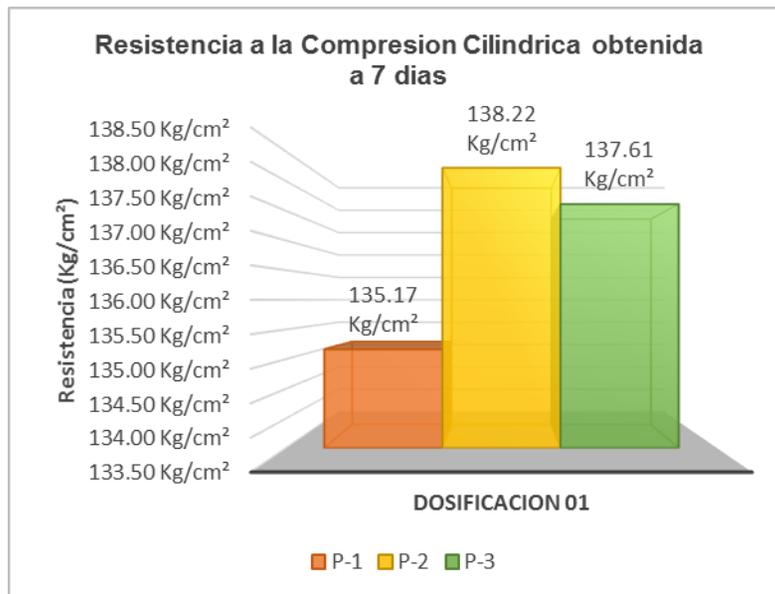
Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 01

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días									
Dosificación 01									
1: 2.11: 2.24: 24.32									
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-1	RC_D01	7	06/05/20	13/05/20	15.2	30.01	181.5	24527	135.17
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-2	RC_D01	7	06/05/20	13/05/20	15.2	30.01	181.5	25082	138.22
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-3	RC_D01	7	06/05/20	13/05/20	15.2	30.01	181.5	24971	137.61
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 28

Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 01.

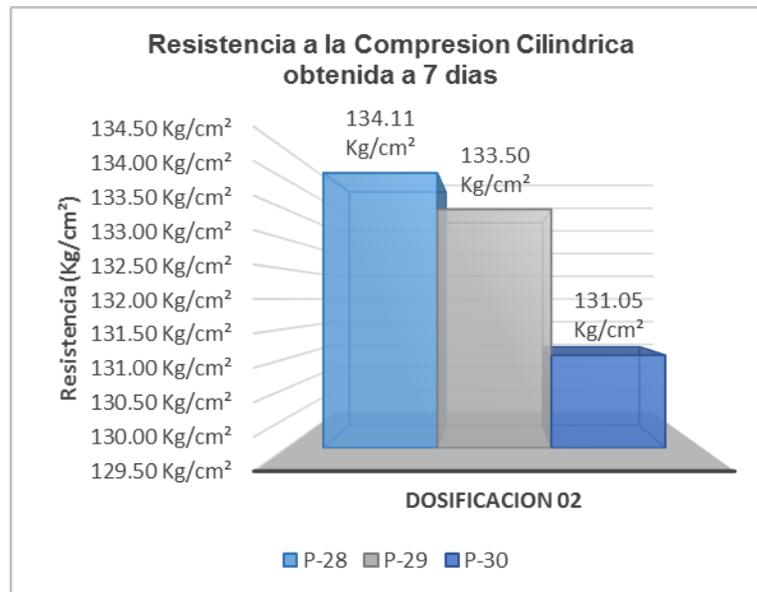


Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 7 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 51*Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 02.*

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 7 días									
Dosificación 02									
1: 2.12: 2.62: 24.39									
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-28	RC_D02_ CL	7 días	04/05/2 021	11/05/2 021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	24336 kgf	134.11 Kg/cm ²
P-29	RC_D02_ CL	7 días	04/05/2 021	11/05/2 021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	24225 kgf	133.50 Kg/cm ²
P-30	RC_D02_ CL	7 días	04/05/2 021	11/05/2 021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	23781 kgf	131.05 Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 29*Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 7 para Dosificación 02.*

Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 7 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.1.5. Ensayo al día 14 de Tratamiento

Tabla 52

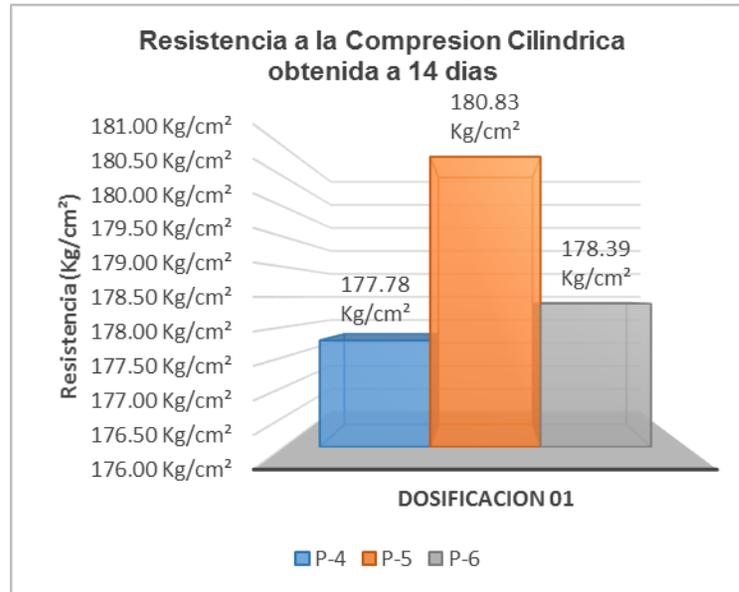
Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días									
Dosificación 01 1: 2.11: 2.24: 24.32									
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-4	RC_D01_	14	06/05/2	20/05/2	15.2	30.01	181.5	32259	177.78
	CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-5	RC_D01_	14	06/05/2	20/05/2	15.2	30.01	181.5	32814	180.83
	CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-6	RC_D01_	14	06/05/2	20/05/2	15.2	30.01	181.5	32370	178.39
	CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 30

Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 01.

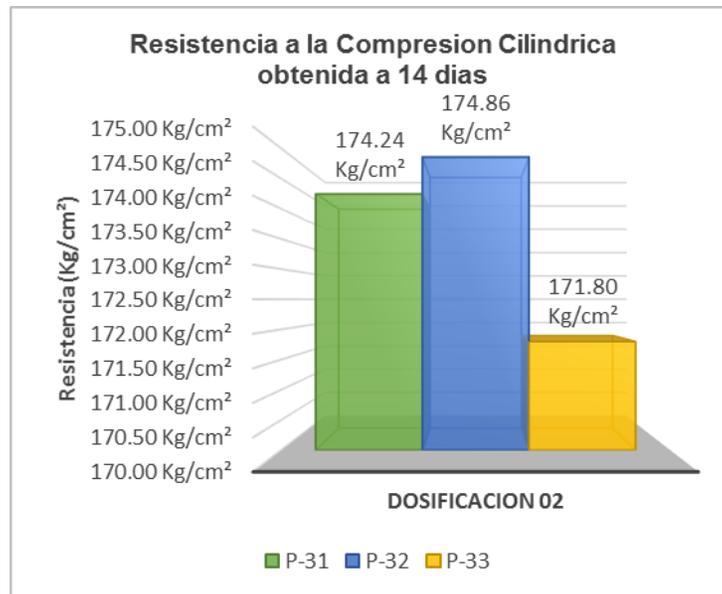


Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 53*Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 02.*

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días									
Dosificación 02									
1: 2.12: 2.62: 24.39									
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-31	RC_D02	14	04/05/2	18/05/2	15.2	30.01	181.5	31618	174.24
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-32	RC_D02	14	04/05/2	18/05/2	15.2	30.01	181.5	31729	174.86
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-33	RC_D02	14	04/05/2	18/05/2	15.2	30.01	181.5	31174	171.80
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 31*Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 14 para Dosificación 02.*

Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.1.6. Ensayo al día 28 de Tratamiento

Tabla 54

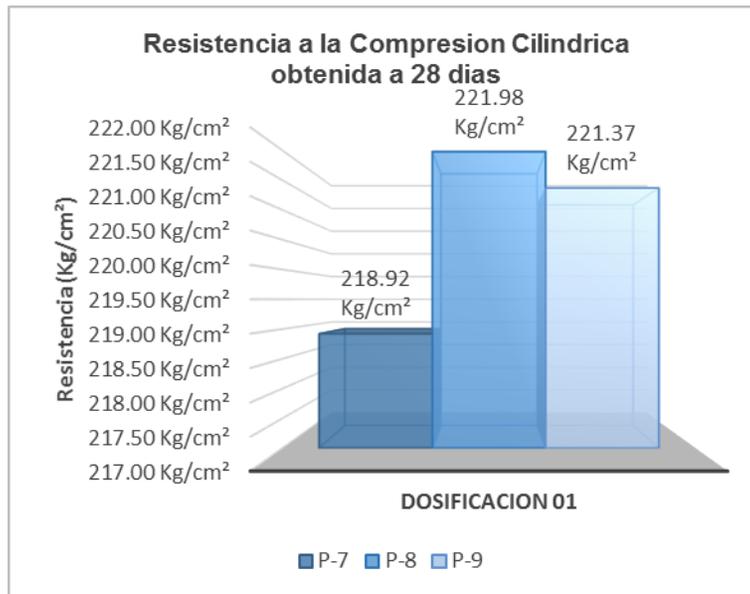
Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días									
Dosificación 01 1: 2.11: 2.24: 24.32									
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-7	RC_D01 _CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	39725 kgf	218.92 Kg/cm ²
P-8	RC_D01 _CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	40280 kgf	221.98 Kg/cm ²
P-9	RC_D01 _CL	28 días	06/05/2021	03/06/2021	15.2 cm.	30.01 cm.	181.5 cm ²	40169 kgf	221.37 Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 32

Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 55

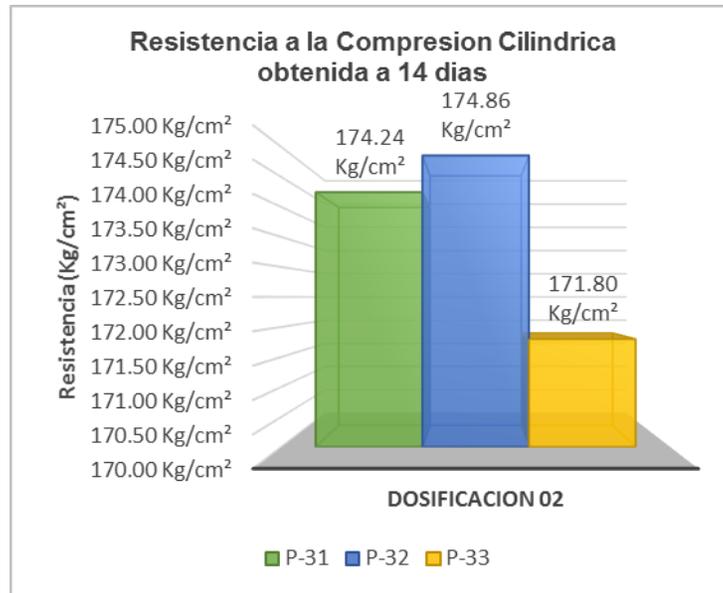
Ensayo de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días									
Dosificación 02 1: 2.12: 2.62: 24.39									
Nº	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Área	Carga P	Resistencia
P-34	RC_D02	28	04/05/2	01/06/2	15.2	30.01	181.5	39078	215.36
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-35	RC_D02	28	04/05/2	01/06/2	15.2	30.01	181.5	38967	214.74
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²
P-36	RC_D02	28	04/05/2	01/06/2	15.2	30.01	181.5	38523	212.30
	_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm ²	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 33

Gráfico de Resistencia a la Compresión al día 28 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la compresión desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.2. Ensayo de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

5.4.2.1. Descripción del ensayo

El concreto generalmente no está calculado para soportar esfuerzos directos, la identificación de la resistencia a la tracción es invaluable para cargas bajas donde pueden ocurrir grietas.

La resistencia a la tracción del concreto es aproximadamente del 8% al 15% de su resistencia a la compresión, y generalmente se estima que es de 1,33 a 1,99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. Ajuste una gran cantidad de resultados experimentales para producir un promedio:

$$f_{sp} \approx 1.7\sqrt{f'_c}(\text{kg/cm}^2)$$

En esta prueba, el eje horizontal del cilindro utilizado para la prueba de compresión se coloca entre las placas de la máquina de prueba, y la carga aumenta hasta fallar debido a la separación a lo largo del diámetro vertical.

5.4.2.2. Equipos, instrumentos y materiales

Prensa de Concreto PINZUAR PC-42 y CYM PM-20, manómetros y probetas cilíndricas fabricados según normativa.

5.4.2.3. Procedimientos

- Retirar las probetas que se van a ensayar de la poza de curado y dejarlas secar.
- Utilice un micrómetro para obtener el diámetro y el largo de la muestra. Debe tomar 2 medidas para cada medida y tomar el promedio.
- Antes de comenzar cada prueba, limpie la superficie de contacto plana de la máquina. Coloque la placa de presión en el bloque de soporte inferior de la prensa. Luego coloque la muestra (forma horizontal) en la parte superior del escenario. Finalmente, coloque la segunda etapa en la parte superior de la

muestra; ambas etapas deben estar centradas en la generatriz de la muestra.

- Desde el principio hasta que la muestra se rompa, aplique una velocidad de carga continua y constante, y registre el valor de carga máxima.

5.4.2.4. Ensayo al día 7 de Tratamiento

Tabla 56

Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 01.

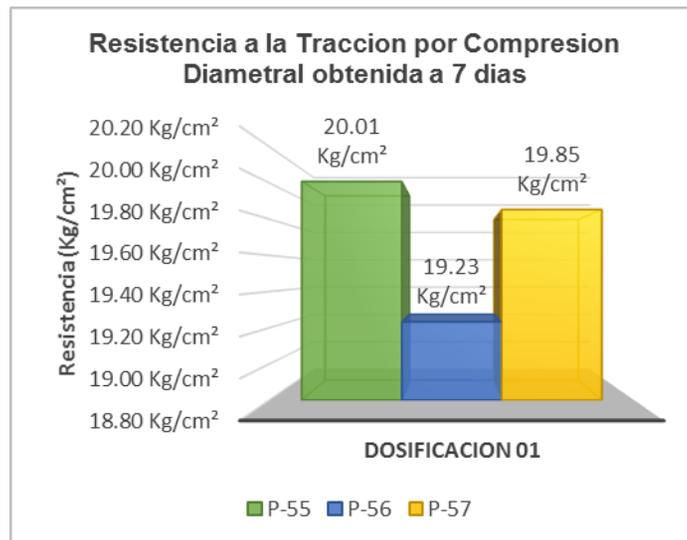
Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a los 7 días

		Dosificación 01			1: 2.11: 2.24: 24.32			
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
P-55	RCD_D01	7	07/05/20	14/05/20	15.2	30.01	14336	20.01
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-56	RCD_D01	7	07/05/20	14/05/20	15.2	30.01	13781	19.23
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-57	RCD_D01	7	07/05/20	14/05/20	15.2	30.01	14225	19.85
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 34

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 7 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 57

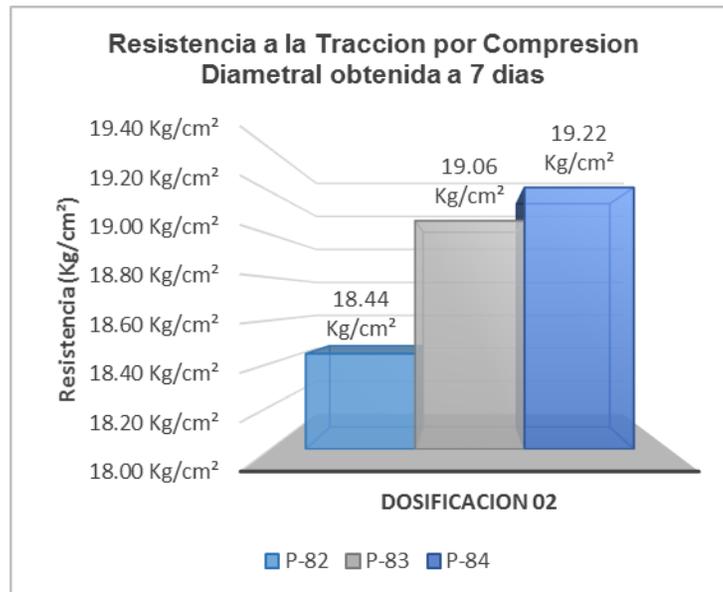
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a los 7 días								
Dosificación 02								
1: 2.12: 2.62: 24.39								
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
P-82	RCD_D02_	7	05/05/20	12/05/20	15.2	30.01	13216	18.44
	CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-83	RCD_D02_	7	05/05/20	12/05/20	15.2	30.01	13660	19.06
	CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
								18.91
								Kg/cm²
P-84	RCD_D02_	7	05/05/20	12/05/20	15.2	30.01	13771	19.22
	CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 35

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 7 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 7 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.2.5. Ensayo al día 14 de Tratamiento

Tabla 58

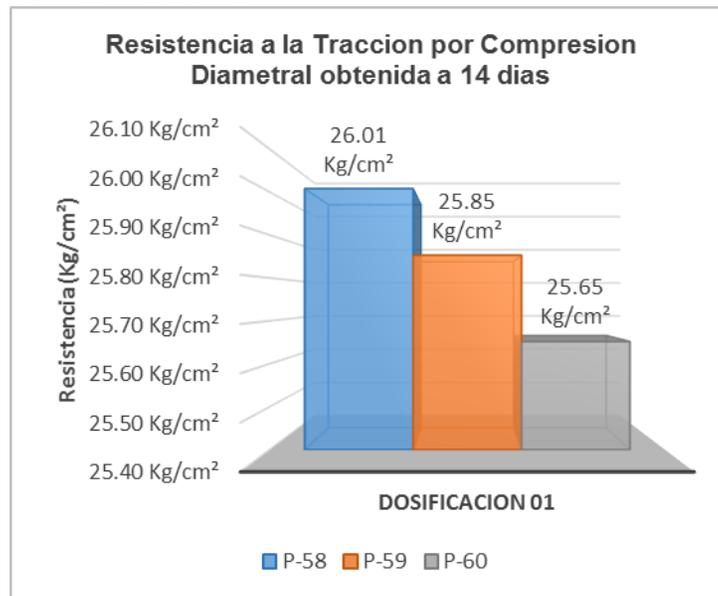
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a los 14 días								
N°	Código	Días	Dosificación 01		Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
			F. Llenado	F. Ensayo				
P-58	RCD_D01	14	07/05/20	21/05/20	15.2	30.01	18635	26.01
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-59	RCD_D01	14	07/05/20	21/05/20	15.2	30.01	18524	25.85
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-60	RCD_D01	14	07/05/20	21/05/20	15.2	30.01	18380	25.65
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 36

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 59

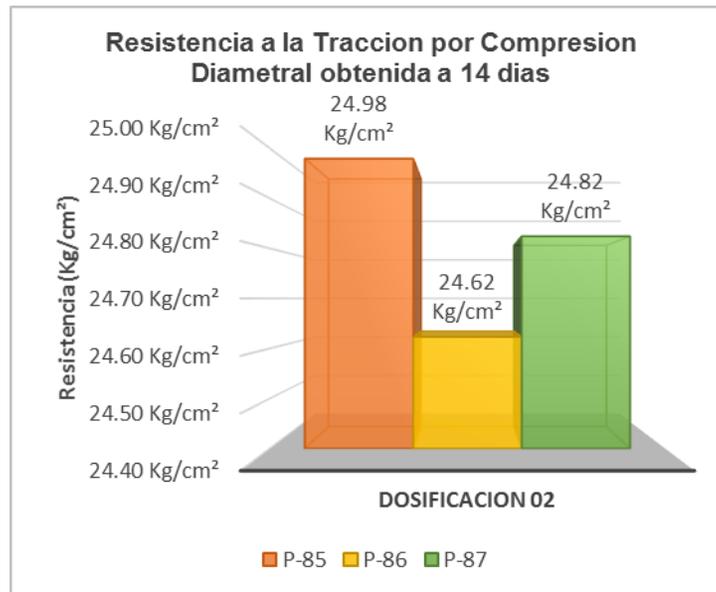
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a los 14 días								
Dosificación 02								
1: 2.12: 2.62: 24.39								
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
P-85	RCD_D02 _CL	14 días	05/05/20 21	19/05/20 21	15.2 cm.	30.01 cm.	17898 kgf	24.98 Kg/cm ²
P-86	RCD_D02 _CL	14 días	05/05/20 21	19/05/20 21	15.2 cm.	30.01 cm.	17643 kgf	24.62 Kg/cm ²
P-87	RCD_D02 _CL	14 días	05/05/20 21	19/05/20 21	15.2 cm.	30.01 cm.	17787 kgf	24.82 Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 37

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 14 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.2.6. Ensayo al día 28 de Tratamiento

Tabla 60

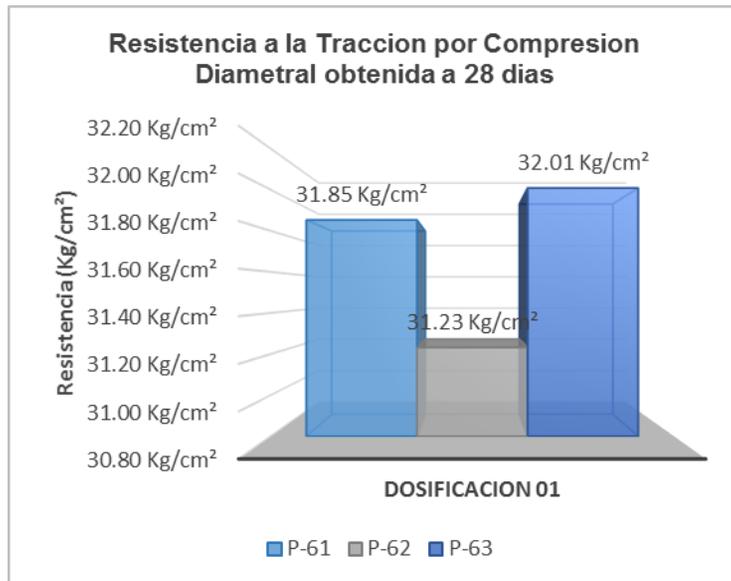
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a los 28 días								
Dosificación 01								
1: 2.11: 2.24: 24.32								
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
P-61	RCD_D01	28	07/05/20	04/06/20	15.2	30.01	22823	31.85
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-62	RCD_D01	28	07/05/20	04/06/20	15.2	30.01	22379	31.23
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-63	RCD_D01	28	07/05/20	04/06/20	15.2	30.01	22934	32.01
	_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 38

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 61

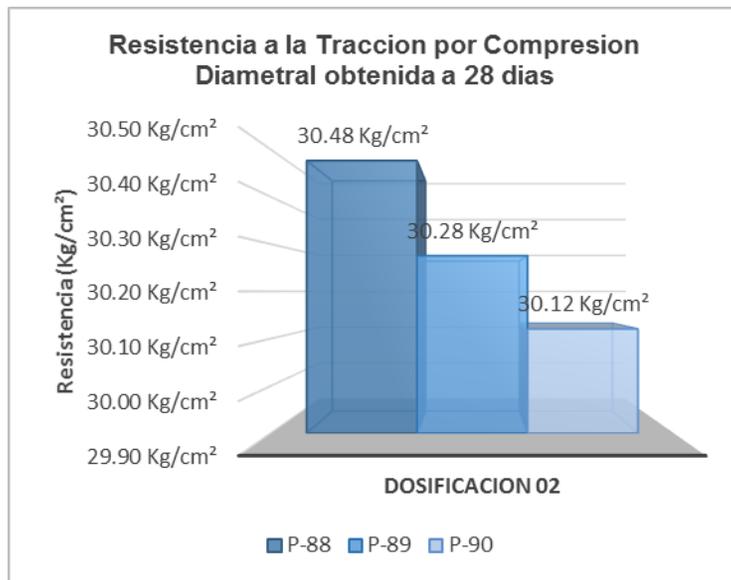
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión Diametral a los 28 días								
Dosificación 02								
1: 2.12: 2.62: 24.39								
N°	Código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Diámetro	Altura	Carga P	Resistencia
P-88	RCD_D0	28	05/05/20	02/06/20	15.2	30.01	21837	30.48
	2_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-89	RCD_D0	28	05/05/20	02/06/20	15.2	30.01	21693	30.28
	2_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²
P-90	RCD_D0	28	05/05/20	02/06/20	15.2	30.01	21582	30.12
	2_CL	días	21	21	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 39

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral al día 28 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la tracción por compresión diametral desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.3. Ensayo de la Resistencia a la Tracción por Flexión

5.4.3.1. Descripción del ensayo

El propósito es describir la metodología de la prueba para hallar la resistencia a la flexión del concreto en la viga. En la viga simplemente se apoya en un tercio del tramo bajo carga, lo que provoca su falla. El desarrollo del módulo de ruptura se fluctúa dependiendo de si la fisura se ubica en el tercio medio o si la distancia desde ella no supera el 5% del tramo libre.

5.4.3.2. Equipos, instrumentos y materiales

Prensa de Concreto PINZUAR PC-42 y CYM PM-20, compresómetro y probetas prismáticas elaboradas según normas.

5.4.3.3. Procedimientos

- La muestra para analizar está estandarizada (NTP 339.045). El espacio libre de la muestra debe estar lo más cercano de 3 veces la altura. Las aristas del testigo estarán perpendicularmente con las superficies de la cara superior y la cara inferior. El tamaño de la muestra rectangular utilizada en la prueba es de 15 * 50 cm.
- La muestra se gira de lado con puesta a la ubicación de vaciado inicial y se pone al centro de la placa inferior. La placa con la que aplica la carga está en tocando una cara de la muestra y está ubicada en el punto extremo de un tercio del centro del tramo libre.
- La medición se realizará al 1 mm más cercano para determinar el ancho y alto promedio de la porción dañada de la muestra.

- Si la falla ocurre dentro del tercio medio del tramo, el módulo de ruptura se calcula de la siguiente manera:

$$Mr = PL/bh^2$$

donde:

Mr = Módulo de rotura en kg/cm².

P = Carga máxima, kg.

L = Luz, en cm.

b = Ancho promedio de la probeta, en cm.

h = Altura promedio de la probeta, en cm.

- Si la fractura ocurre fuera del tercio medio del centro, el resultado de la prueba debe descartarse. Por otro lado, la norma permite fallas fuera del punto de carga "a", y la distancia promedio al soporte más cercano es a, mediante la ecuación:

$$Mr = 3Pa/bh^2$$

donde: a = Distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano.

- Si el fallo se produce fuera del tercio medio y la distancia desde él es superior al 5% del tramo libre, la prueba se rechaza.

5.4.3.4. Ensayo a los 14 días de Tratamiento

Tabla 62

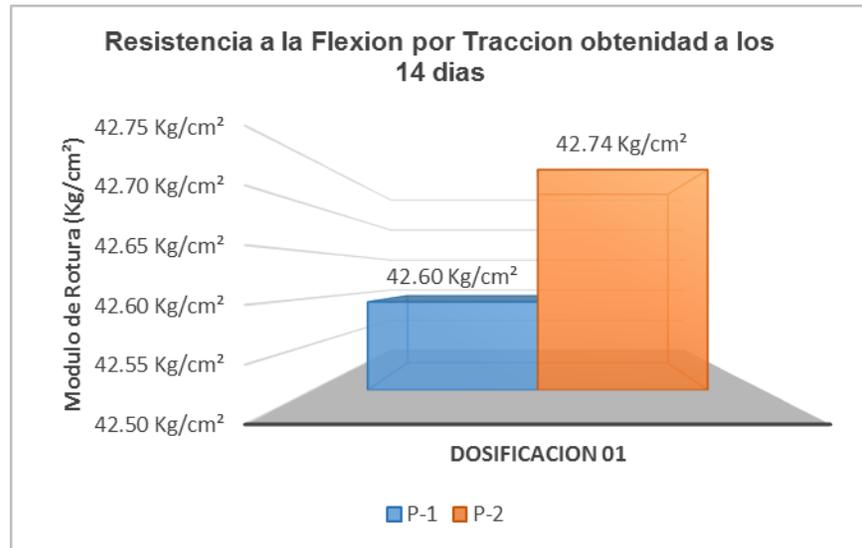
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Flexión por Tracción a los 14 días										
Dosificación 01 1: 2.11: 2.24: 24.32										
N°	código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Ancho	Altura	Longitud	Carga P	Módulo de Rotura	
P-1	RTF_D01_	14	06/05/20	20/05/20	15.1	15.1	45.00	3259	42.60	42.67
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	
P-2	RTF_D01_	14	06/05/20	20/05/20	15.1	15.1	45.00	3270	42.74	42.67
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 40

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la tracción por flexión desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 63

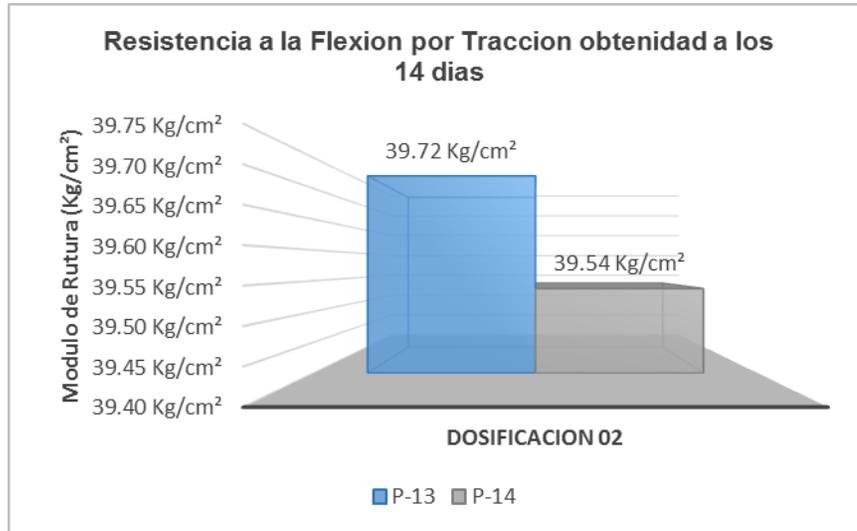
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 14 días										
Dosificación 02 1: 2.12: 2.62: 24.39										
N°	código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Ancho	Altura	Longitud	Carga P	Módulo de Rotura	
P-13	RTF_D0	14	05/05/2	19/05/2	15.1	15.1	45.00	3039	39.72	
	2_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	39.63
P-14	RTF_D0	14	05/05/2	19/05/2	15.1	15.1	45.00	3025	39.54	
	2_CL	días	021	021	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	Kg/cm²

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 41

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 14 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la tracción por flexión desarrollada hasta los 14 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

5.4.3.5. Ensayo a los 28 días de Tratamiento

Tabla 64

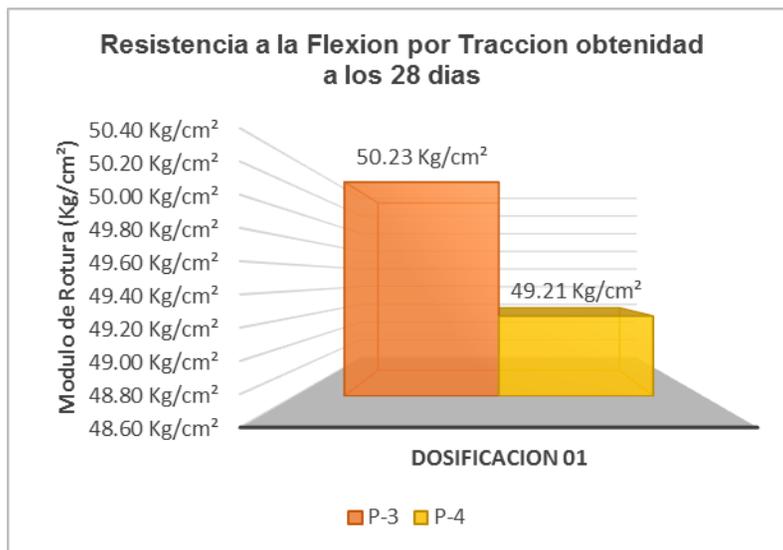
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 01.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Flexión por Tracción a los 28 días										
Dosificación 01 1: 2.11: 2.24: 24.32										
N°	código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Ancho	Altura	Longitud	Carga P	Módulo de Rotura	
P-3	RTF_D01_	28	06/05/20	03/06/20	15.1	15.1	45.00	3843	50.23	49.72
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	
P-4	RTF_D01_	28	06/05/20	03/06/20	15.1	15.1	45.00	3765	49.21	Kg/cm²
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 42

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 01.



Nota: Resistencia a la tracción por flexión desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 01 compuesta con arena triturada.

Tabla 65

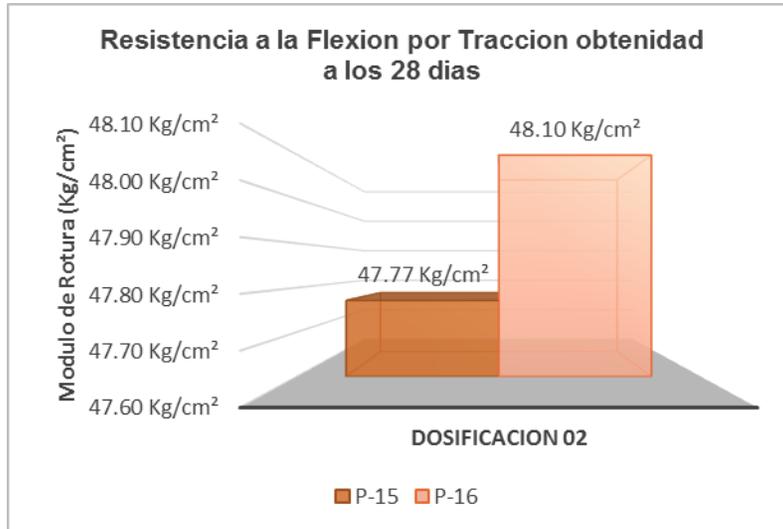
Ensayo de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 02.

Cuadro de Datos del Ensayo de Resistencia a la Compresión a los 28 días										
Dosificación 02 1: 2.12: 2.62: 24.39										
N°	código	Días	F. Llenado	F. Ensayo	Ancho	Altura	Longitud	Carga P	Módulo de Rotura	
P-15	RTF_D02_	28	05/05/20	02/06/20	15.1	15.1	45.00	3655	47.77	47.93 Kg/cm ²
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	
P-16	RTF_D02_	28	05/05/20	02/06/20	15.1	15.1	45.00	3680	48.10	48.10 Kg/cm ²
	CL	días	21	21	cm.	cm.	cm.	kgf	Kg/cm ²	

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 43

Gráfico de Resistencia a la Tracción por Flexión al día 28 para Dosificación 02.



Nota: Resistencia a la tracción por flexión desarrollada hasta los 28 días de las probetas para la Dosificación 02 compuesta con arena gruesa natural.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contratación de Hipótesis

La hipótesis general de la investigación La aplicación de la arena triturada permite optimizar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

En la investigación se optó por la obtención de datos a través de pruebas de laboratorio (44 probetas de concreto), dividida en dos dosificaciones para obtener una diferenciación de la entre la arena triturada y la arena gruesa natural. Con los resultados obtenidos de puede contrastar que la arena triturada no disminuye ni aumenta las propiedades físicas del concreto, pero si tiene un ligero aumento en la optimización de las propiedades mecánicas del concreto.

6.1.1. Contratación de la Trabajabilidad

H1: La influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Los resultados en la tabla 66 se observa el asentamiento promedio de las dosificaciones 01 y 02 entre 3" y 3 5/9" respectivamente, cabe destacar que algunos resultados de algunas tandas dieron menor del promedio. La dosificación 01 tuvo el mínimo en el rango de asentamiento por lo que tiene un porcentaje de 0% de aumento de trabajabilidad sobre la dosificación 02. Se puede contrastar que la hipótesis específica 01 es **Válida**, porque el resultado está en el rango previsto.

Tabla 66

Resumen del Asentamiento Promedio.

Dosificación 01	3 pulg.
Dosificación 02	3 5/9 pulg.

Nota: Elaborado por el tesista.

Tabla 67

Contratación de Hipótesis Específica 01.

Hipótesis Específicos	Métodos Aplicados	Resultados Obtenidos	Observaciones
H1: La influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.	Ensayo de Asentamiento	Asentamiento promedio de las dosificaciones 01 y 02 entre 3" y 3 5/9" respectivamente. La dosificación 01 tubo el mínimo en el rango de asentamiento por lo que tiene un porcentaje de 0% de aumento de trabajabilidad sobre la dosificación 02.	Se puede contrastar que la hipótesis específica 01 es Válida, porque el resultado está en el rango previsto.

Nota: Elaborado por el tesista.

6.1.2. Contrastación de Resistencia a la Compresión

H2: La influencia de la resistencia a la compresión, utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210$ kg / cm², en la ciudad de Chiclayo.

A la edad del día 7, 14 y 28 los datos de la tabla 68 y la curva figura 44 se observa una diferencia superior mínima de la dosificación 01 sobre la dosificación 02, entre la media de las resistencias a la compresión resultantes de los especímenes curadas. Estos resultados obtenidos de las probetas con Dosificación 01 es de 137.00 kg / cm², 179.00 kg / cm² y 220.76 kg / cm² a la edad del día 7, 14 y 28 lo cual tiene un ligero aumento del 3% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 132.89 kg / cm², 173.63 kg / cm² y 214.13 kg / cm² a la edad del día 7, 14 y 28. Se puede contrastar que la hipótesis específica 02 es **Válida**, porque el resultado está en el rango previsto.

Tabla 68

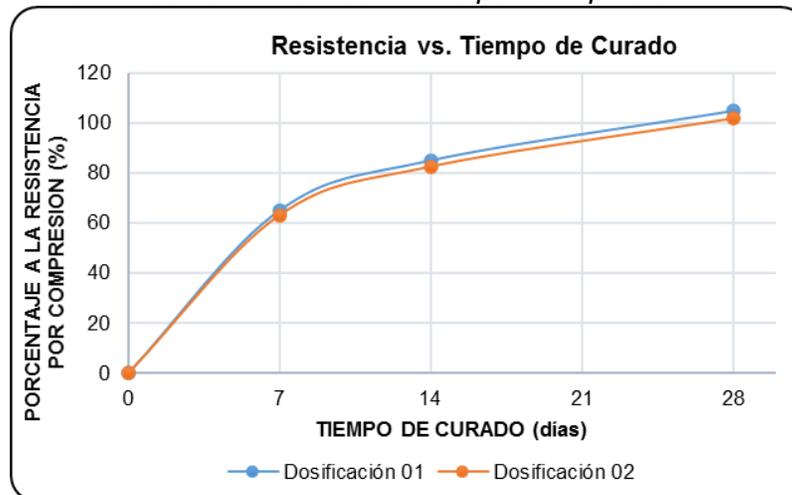
Resumen de la Resistencia por Compresión.

Descripción	7 días		14 días		28 días	
Dosificación 01	137.00 Kg/cm ²	65 %	179.00 Kg/cm ²	85 %	220.76 Kg/cm ²	105 %
Dosificación 02	132.89 Kg/cm ²	63 %	173.63 Kg/cm ²	83 %	214.13 Kg/cm ²	102 %

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 44

Gráfico Resumen de la Resistencia por Compresión.



Nota: Resistencia a la compresión versus el tiempo de curado para la Dosificación 01 y Dosificación 02.

Tabla 69**Contrastación de Hipótesis Específica 02.**

Hipótesis Específicos	Métodos Aplicados	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H2: La influencia de la resistencia a la compresión, utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm², en la ciudad de Chiclayo.</p>	<p>Ensayo de Resistencia a la Compresión</p>	<p>Los resultados obtenidos de las probetas con Dosificación 01 es de 137.00 kg/cm², 179.00 kg/cm² y 220.76 kg/cm² a la edad de 7, 14 y 28 días, lo cual tiene un ligero aumento del 3% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 132.89 kg/cm², 173.63 kg/cm² y 214.13 kg/cm² a la edad de 7, 14 y 28 días.</p>	<p>Se puede contrastar que la hipótesis específica 02 es Válida, porque el resultado está en el rango previsto.</p>

Nota: Elaborado por el tesista.

6.1.3. Contrastación de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral

HE3: La influencia de la resistencia a la tracción por compresión diametral, utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c = 210 kg / cm², en la ciudad de Chiclayo.

Los datos de la tabla 70 y la curva figura 45 se observa una diferencia superior mínima de la dosificación 01 sobre la dosificación 02, entre la media de las resistencias a la tracción por compresión diametral obtenidas de los especímenes curados, los resultados del ensayo son cercanos y están contenidos entre el porcentaje de 10% y 20% de la resistencia la compresión normal. Los resultados obtenidos de las probetas con Dosificación 01 es de 19.70 kg / cm², 25.84 kg / cm² y 31.70 kg / cm² a la edad del día 7, 14 y 28 lo cual tiene un ligero aumento de un 1% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 18.91 kg / cm², 24.81 kg / cm² y 30.29 kg / cm² a la edad del día 7, 14 y 28. Se puede contrastar que la hipótesis específica 03 es **Válida**, porque el resultado está en el rango previsto.

Tabla 70

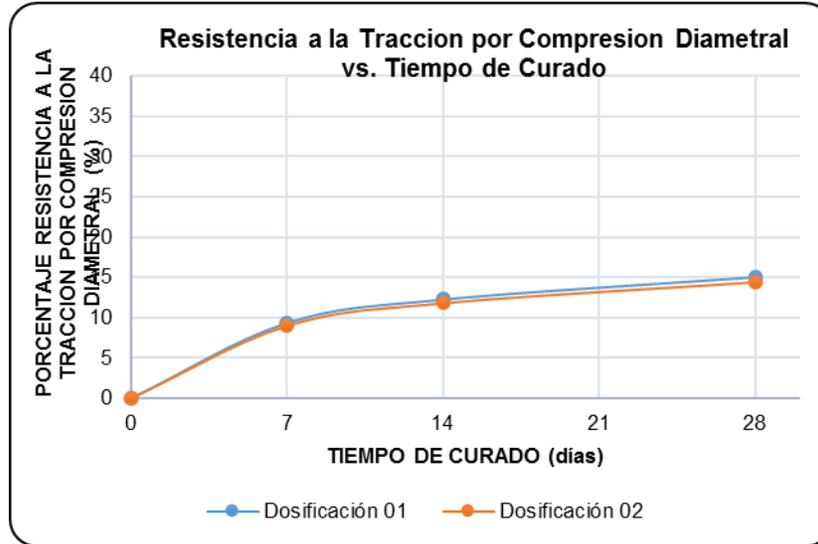
Resumen de la Resistencia a Tracción por Compresión Diametral.

Descripción	7 días		14 días		28 días	
Dosificación 01	19.70 Kg/cm ²	9 %	25.84 Kg/cm ²	12 %	31.70 Kg/cm ²	15 %
Dosificación 02	18.91 Kg/cm ²	9 %	24.81 Kg/cm ²	12 %	30.29 Kg/cm ²	14 %

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 45

Gráfico Resumen de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral.



Nota: Resistencia a la a Tracción por Compresión Diametral versus el tiempo de curado para la Dosificación 01 y Dosificación 02.

Tabla 71

Contrastación de Hipótesis Específica 03.

Hipótesis Específicos	Métodos Aplicados	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H3: La influencia de la resistencia a la tracción por compresión diametral, utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm², en la ciudad de Chiclayo.</p>	<p>Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral</p>	<p>Los resultados obtenidos de las probetas con Dosificación 01 es de 19.70 kg/cm², 25.84 kg/cm² y 31.70 kg/cm² a la edad de 7, 14 y 28 días, lo cual tiene un ligero aumento de un 1% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 18.91 kg/cm², 24.81 kg/cm² y 30.29 kg/cm² a la edad de 7, 14 y 28 días.</p>	<p>Se puede contrastar que la hipótesis específica 03 es Válida, porque el resultado está en el rango previsto.</p>

Nota: Elaborado por el tesista.

6.1.4. **Contrastación de Resistencia a la Tracción por Flexión**

HE4: La influencia de la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, en la ciudad de Chiclayo.

Los datos de la tabla 72 y la curva figura 46 se muestran una variación mínima de la dosificación 01 sobre la dosificación 02, entre la media de las resistencias a la tracción por flexión obtenidas de los especímenes curados, los resultados del ensayo son cercanos y están contenidos entre el porcentaje de 19% y 24% de la resistencia la compresión normal. Los resultados obtenidos de los especímenes con Dosificación 01 es de 42.67 kg / cm^2 y 49.72 kg / cm^2 al día 14 y 28, lo cual tiene un ligero aumento de 1% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 39.63 kg / cm^2 y 47.93 kg / cm^2 al día 14 y 28. Se puede contrastar que la hipótesis específica 03 es **Válida**, porque el resultado está en el rango previsto.

Tabla 72

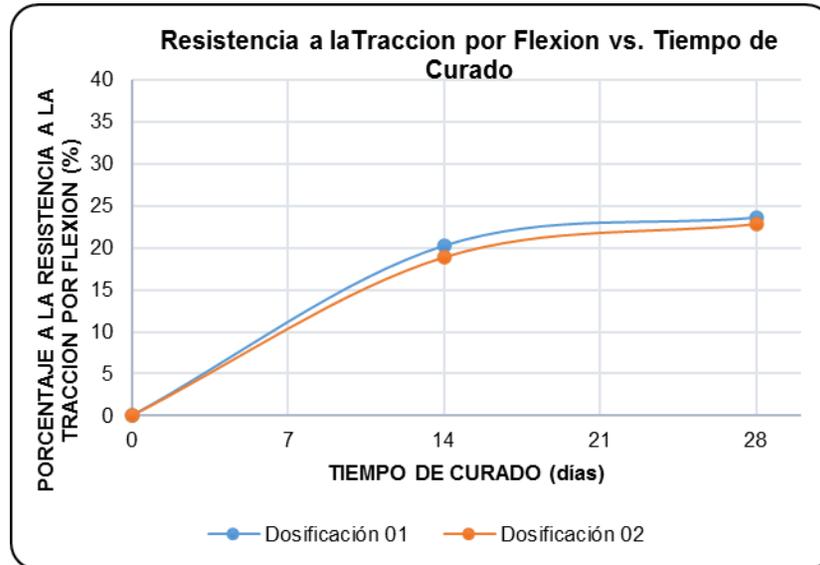
Resumen de la Resistencia a la Tracción por Flexión.

Descripción	14 días		28 días	
Dosificación 01	42.67 Kg/cm^2	20 %	49.72 Kg/cm^2	24 %
Dosificación 02	39.63 Kg/cm^2	19 %	47.93 Kg/cm^2	23 %

Nota: Elaborado por el tesista.

Figura 46

Gráfico Resumen de la Resistencia a la Tracción por Flexión.



Nota: Resistencia a la Tracción por Flexión versus el tiempo de curado para la Dosificación 01 y Dosificación 02.

Tabla 73

Contrastación de Hipótesis Especifica 03.

Hipótesis Específicos	Métodos Aplicados	Resultados Obtenidos	Observaciones
<p>H3: La influencia de la resistencia a la tracción por compresión diametral, utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.</p>	<p>Ensayo de Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral</p>	<p>Los resultados obtenidos de las probetas con Dosificación 01 es de 19.70 kg/cm2, 25.84 kg/cm2 y 31.70 kg/cm2 a los 14 y 28 días, lo cual tiene un ligero aumento de un 1% con respecto a la Dosificación 02 con una resistencia 18.91 kg/cm2, 24.81 kg/cm2 y 30.29 kg/cm2 a los 14 y 28 días.</p>	<p>Se puede contrastar que la hipótesis específica 03 es Válida, porque el resultado está en el rango previsto.</p>

Nota: Elaborado por el tesista.

CONCLUSIONES

La investigación se planteó en torno a la arena tritura, considerándose como sustituto de la arena gruesa natural en la mezcla de concreto con un $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. Se contempló las dosificaciones 01 y dosificación 02, con arena triturada y arena gruesa natural, cada dosificación estuvo compuesta por 18 probetas cilíndricas y 4 vigas prismáticas. Se concluyó que la aplicación de la arena triturada permite optimizar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$, especificadas de la siguiente manera.

El valor trabajabilidad del concreto $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ se ven disminuidos al límite permitido para la dosificación 01, se concluye que el módulo de finura o fineza del material fino correspondiente a la arena triturada fue de 3.47, con lo cual el resultado final del ensayo de asentamiento o slump del concreto es 3", este resultado es el más bajo esperado con un 0%.

El valor de la resistencia a la compresión estudiada en la dosificación 01 con arena triturada al día 7, 14 y 28 resulta ser mayor en 3% con respecto a la dosificación 02. La resistencia ultima al día 28 es de 220.76 kg / cm^2 y 214.13 kg / cm^2 , en la dosificación 01 y 02. Ambas dosificaciones cumplen con los porcentajes óptimos de resistencia requerida.

El resultado de la resistencia a la tracción por compresión diametral, en la dosificación 01 con arena triturada al día 7, 14 y 28 resulta ser mayor en 1% con respecto a la dosificación 02 que utiliza arena gruesa natural. Con una resistencia ultima al día 28 de 31.70 kg / cm^2 y 30.29 kg / cm^2 , en la dosificación 01 y 02.

El valor de la resistencia a la Tracción por flexión en la dosificación 01 con arena triturada al día 14 y 28 resulta ser mayor 1% con respecto a la dosificación 02 que utiliza arena gruesa natural. Se obtuvo al día 28 una resistencia ultima de 47.77 kg / cm² y 48.10 kg / cm², en la dosificación 01 y 02.

RECOMENDACIONES

Mejorar la trabajabilidad del concreto de la arena triturada se puede compensar utilizando o modificando el rango de la relación agua/cemento.

Realizar una diferenciación que puede resultar del desarrollo de los métodos Fuller, Walker, ACI 211 para estudiar más a fondo el uso de arena triturada en mezclas de concreto y comparar los resultados.

Realizar una investigación relacionando concretos de alta resistencias y tipos de curado, teniendo indicando la climatología y sulfatos de Chiclayo, su influencia en los esfuerzos a la compresión y permeabilidad.

Realizar un estudio de mercado, y considerando el impacto de la ciudad de Chiclayo, análisis de costos de uso de arena triturada con diferentes resistencias.

Realizar una investigación más exhaustiva teniendo en cuanto el tamaño de la partícula del agregado grueso diferentes al estudiado y analizar su variación en las características del concreto, con lo cual se podrá comparar en investigaciones posteriores.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima - Perú: San Marcos. Recuperado de <https://www.udocz.com/pe/read/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- Campos, E. (2015). *Resistencia a Compresión Axial del Concreto utilizando Agregado de piedra chancada Caliza Triturada Lavada*. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6816>.
- Lam, Nguyen. (2020). *A Study on Using Crushed Sand to Replace Natural Sand in High-Strength Self-compacting Concrete Towards Sustainable Development in Construction*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 505. 012003. 10.1088/1755-1315/505/1/012003.
- Neville, A., & Brooks, J. (2010). *Tecnología del Concreto*. México: Trillas. Recuperado de <https://www.udocz.com/pe/read/119809/1tecdel-concreto-adm-neville-2>
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Cargraphics S.A.: Bogotá - Colombia. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/325356863/Tecnologia-Del-Concreto-y-Del-Mortero>
- Porrero, J., Ramos, C., Velazco, G., & Grases, J. (2009). *Manual del Concreto Estructural* - 3era Edición. Caracas. Recuperado de <https://vdocuments.site/manual-del-concreto-570c81ba1e366.html>

- Reaño, F. (2019). *Evaluación Experimental Del Uso De Arena De Duna Como Agregado Fino Para El Concreto*, [Tesis de Grado, Universidad De Piura]. Recuperado de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4090>.
- Rincón, M. & Barreto, Z. (2019). *Caracterización De Las Propiedades Mecánicas Y De Durabilidad Del Concreto Hidráulico Con Sustitución Parcial De Agregado Ligero*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia]. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24131>
- Rivva, E. (2018). *Diseño de Mezclas*. 4ta Edición. Perú.
- Rivera, G. (2009). *Concreto simple*. Colombia: Centro de publicaciones de la Universidad del Cauca. Recuperado de <http://libros-ingcivil.blogspot.com/2014/01/concreto-simple-ing.html>
- Rodríguez, S. (2016). *Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado - Huaraz – 2016*. [Tesis de Grado, Universidad de San Pedro - Huaraz]. Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5463>.
- Rugamas, J. (2015). *Influencia De La Arena Triturada, Como Agregado Fino, En Las Propiedades En Estado Fresco Y Endurecido, De Mezclas De Concreto Hidráulico*. [Tesis de Grado, Universidad de El Salvador]. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2230/>.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

 MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Título de Tesis: APLICACIÓN DE LA ARENA TRITURADA, PARA OPTIMIZAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO					
Elaborado por Jairo Smith Ruiz Rojas					
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Granulometría Peso Específico Peso Unitario Contenido de Humedad Módulo de Fineza Capacidad de Absorción Trabajabilidad Resistencia a la Compresión Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral Resistencia a la Tracción por Flexión	Diseño
¿De que manera influye la aplicación de la arena triturada, en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2 , en la ciudad de Chiclayo?	Determinar la influencia de la arena triturada, en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2 , en la ciudad de Chiclayo.	La aplicación de la arena triturada permite optimizar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2 , en la ciudad de Chiclayo.	X: Arena Triturada		Tipo de investigación: Cuantitativa
					Nivel de Investigación Aplicada
					Diseño de Investigación Diseño Experimental
Problema Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente		Muestra
¿Cuál es la influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo?	Determinar influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.	La influencia de la trabajabilidad utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 5% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.	Y: Propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	La población está conformada por el conjunto de probetas cilíndricas estandarizadas de concreto y la segunda por el conjunto de vigas estandarizadas. La muestra esta compuesta por 36 probetas cilíndricas y 8 probetas prismáticas , distribuidas de la siguiente manera, 6 probetas a 7 días, 8 probetas a 14 días y 8 probetas a 28 días de edad.	
¿Cómo se determinará la resistencia a la compresión utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo?	Determinar la resistencia a la compresión utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.	La influencia de la resistencia a la compresión , utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.			Instrumentos La técnica utilizada es la observación y como instrumento de registro de datos se contó con fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. Los resultados de la resistencia de concreto han sido procesados con los programas Excel. El análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios y varianzas.
¿Cómo se determinará la resistencia a la tracción por compresión diametral utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo?	Determinar la resistencia a la tracción por compresión diametral utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.	La influencia de la resistencia a la tracción por compresión diametral , utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.			Procedimiento Planteamiento del diseño de mezcla patrón - Diseño de mezcla. El procedimiento es tomar muestras cilíndricas durante el mezclado de las cuales después de curadas serán sometidas a pruebas normadas.
¿Cómo se determinará la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo?	Determinar la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada en un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.	La influencia de la resistencia a la tracción por flexión utilizando arena triturada, optimiza en un 0% a 10% las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2, en la ciudad de Chiclayo.			

ANEXOS 02
RESULTADOS DE ROTURAS

INFORME DE ENSAYO N° 3092

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 1326 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : JAIRO SMITH RUIZ RIOJAS
 Obra : "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OTMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Junio del 2021

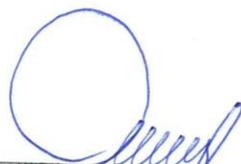
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado		Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	P - 01 RC - D01 - CL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		06/05/2021	13/05/2021	7	135
02	P - 02 RC - D01 - CL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		06/05/2021	13/05/2021	7	138
03	P - 03 RC - D01 - CL $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$		06/05/2021	13/05/2021	7	137

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante (Ingresada el 13/05/2021)
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3091

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 1326 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : JAIRO SMITH RUIZ RIOJAS
 Obra : "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OTMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Junio del 2021

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado		Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f_c kg/cm ²
01	P - 28 RC - D02 - CL $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$		04/05/2021	11/05/2021	7	134
02	P - 29 RC - D02 - CL $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$		04/05/2021	11/05/2021	7	133
03	P - 30 RC - D02 - CL $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$		04/05/2021	11/05/2021	7	131

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante (Ingresada el 11/05/2021)
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Quirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3094

Expediente N° : 1326 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : JAIRO SMITH RUIZ RIOJAS
 Atención : MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE
 Obra : "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OTMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Junio del 2021

Ensayo : ASTM C-496 Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto

Muestra N°	PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		ROTURA			ft (Kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)	
01	P - 55 RCD - D01 - CL	07/05/2021	15.20	30.20	14/05/2021	9770	7	20.01
02	P - 56 RCD - D01 - CL	07/05/2021	15.20	30.20	14/05/2021	9850	7	19.23
03	P - 57 RCD - D01 - CL	07/05/2021	15.20	30.20	14/05/2021	10150	7	19.85

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante (Ingresada el 14/05/2021)
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 3093

Expediente N° : 1326 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : JAIRO SMITH RUIZ RIOJAS
 Obra : "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OTMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Junio del 2021

Ensayo : ASTM C-496 Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto

Muestra N°	PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		ROTURA			ft (Kg/cm ²)	
			Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
01	P - 82 RCD - D02 - CL	05/05/2021	15.30	30.20	12/05/2021	14000	7	18.44	18.91
02	P - 83 RCD - D02 - CL	05/05/2021	15.20	30.20	12/05/2021	14020	7	19.06	
03	P - 84 RCD - D02 - CL	05/05/2021	15.30	30.20	12/05/2021	10900	7	19.22	

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante (Ingresada el 12/05/2021)
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-032-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2005

Solicitante **FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.**

Dirección **CALJOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO**

Instrumento de Medición **Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión**

Equipo Calibrado **PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)**

Alcance de Indicación **0 kgf a 100,000 kgf**

Marca (o Fabricante) **PINZUAR**

Modelo **PC-42**

Número de Serie **270**

Procedencia **COLOMBIA**

Indicador de Lectura **DIGITAL**

Marca (o Fabricante) **HIGH WEIGHT**

Modelo **315-X8**

Número de Serie **985268714**

Identificación **NO INDICA**

Alcance de Indicación **0 kgf a 100,000kgf**

Resolución **1 kgf**

Transductor de Fuerza **NO INDICA**

Alcance de Indicación **70 Mpa**

Marca (o Fabricante) **NO INDICA**

Modelo **NO INDICA**

Número de Serie **NO INDICA**

Fecha de Calibración **2020-10-07**

Ubic. Del Equipo **INSTALACIONES DEL SOLICITANTE**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.



Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2020-10-07





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMF-032-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376 ,
Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú
Con Certificado N° INF - LE 238-19

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	10000	10003.0	10003.0	10003.0	10003.0	0.0	0.0	0.24
20	20000	20037.0	20037.0	20037.0	20037.0	-0.2	0.0	0.24
30	30000	30010.0	30010.0	30010.0	30010.0	0.0	0.0	0.24
40	40000	39984.0	39984.0	39984.0	39984.0	0.0	0.0	0.24
50	50000	49885.0	49885.0	49885.0	49885.0	0.2	0.0	0.24
60	60000	59878.0	59878.0	59878.0	59878.0	0.2	0.0	0.24
70	70000	69882.0	69882.0	69882.0	69882.0	0.2	0.0	0.24
80	80000	79885.0	79885.0	79885.0	79885.0	0.1	0.0	0.24
90	90000	89879.0	89879.0	89879.0	89879.0	0.1	0.0	0.24
100	100000	99890.0	99890.0	99890.0	99890.0	0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-006-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2005
Solicitante FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

Dirección CAL. JOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA

Marca (o Fabricante) CAS
Modelo SW-LR
Numero de Serie 181252453
Procedencia INDIA
Tipo Electronica
Identificacion No indica
Alcance de Indicacion 0 gr a 30 Kg
Division de escala (d) o resolucion 0.001 kg
Div.verifc. De escala (e) 0,01 kg (*)
Capacidad Minima 0.02 kg (**)
Clase de exactitud III (***)

Lugar de Calibracion Laboratorio del solicitante.

Fecha de Calibración 2020-10-07

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.



Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2020-10-07



ROBERTO QUINTO.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-006-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15 kg			Carga L2= 30 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL(kg)	E (kg)
1	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
2	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
3	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
4	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
5	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
6	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
7	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
8	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
9	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
10	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044

Carga (kg)	E _{max} -E _{min} (kg)	e.m.p (kg)
15	0.0010	0.02
30	0.0010	0.03

2	5
1	
3	4

Posicion
de las
Cargas

Ensayo de Excentricidad

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------



Pocision de la Carga	Carga min (kg)	Carga			Carga				e.m.p ± kg	
		l (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)	L (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.01	0.010	0.0004	0.0046	10	10.000	0.0045	0.0045	-1.2	0.02
2		0.010	0.0003	0.0047		10.000	0.0036	0.0036	-1.1	0.02
3		0.010	0.0002	0.0048		10.000	0.0005	0.0055	-1.2	0.02
4		0.010	0.0001	0.0049		10.000	0.0005	0.0055	-0.1	0.02
5		0.010	0.0003	0.0050		10.000	0.0005	0.0035	-0.2	0.02



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-006-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	20.1 °C	Final	20.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (kg)									e.m.p
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	Δ (kg)	E (kg)	Ec (kg)	± kg
Eo	0.01	0.010	0.0003	0.0047					
	0.02	0.200	0.0004	0.0046	0.0	0.020	0.0004	0.0046	0.1
	1	1.000	0.0005	0.0047	0.1	1.000	0.0005	0.0047	0.1
	5	4.999	0.0006	0.0036	0.1	5.000	0.0006	0.0036	0.0
	6	6.000	0.0005	0.0045	0.0	6.000	0.0005	0.0045	0.1
	8	8.000	0.0005	0.0045	0.0	8.000	0.0005	0.0045	0.0
	10	10.000	0.0004	0.0046	-0.1	10.001	0.0004	0.0046	0.0
	15	14.999	0.0005	0.0035	-0.1	15.001	0.0005	0.0035	-0.1
	20	19.999	0.0006	0.0034	-0.1	20.001	0.0006	0.0034	-1.1
	25	25.000	0.0006	0.0044	-1.1	25.001	0.0006	0.0044	-1.2
	30	29.999	0.0006	0.0034	-1.2	30.001	0.0006	0.0034	-1.2

Leyenda:
 L: Carga aplicada a la balanza.
 l: Indicaciones de la balanza.
 Δ L: Carga adicional.

E: Error encontrado
 E_o : Error en cero
 E_c : Error corregido

Incertidumbre expandida de medicion

$$U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000010932} \quad R^2$$

Lectura corregida

R CORREGIDA

$$= 0.0000239780 \quad R$$

Observaciones

Con fines de identificacion se coloco una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO".

La incertidumbre de medicion se ha obtenido multiplicandola incertidumbre estandar de la medicion por el factor de cobertura k=2 para una distribucion normal de aproximadamente 95%

(*) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(**) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.

(***) Se determino utilizando la consideracion 10.1 del PC-001.



Fin del documento



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 5 de Mayo de 2021

FECHA EMISION: jueves, 20 de Mayo de 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

NORMA: MTC E 704 / ASTM C-39 / ASSHTO T-22

DATOS DE LA MUESTRA:

f_c de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f_c
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-04 RC - D01 - CL 14 D.	06/05/21	20/05/21	14	15.21	181.5	32259	177.8	84.7%
2	P-05 RC - D01 - CL 14 D.	06/05/21	20/05/21	14	15.08	181.5	32814	180.8	86.1%
3	P-06 RC - D01 - CL 14 D.	06/05/21	20/05/21	14	15.14	181.5	32370	178.4	84.9%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



[Handwritten Signature]
 DESIDERIO MANUEL NORBALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

[Handwritten Signature]
Jorge Tompasca Panza
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de Mayo de 2021

FECHA EMISION: viernes, 4 de Junio de 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

NORMA: MTC E 704 / ASTM C-39 / ASSHTO T-22

DATOS DE LA MUESTRA:

$f'c$ de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE $f'c$
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-07 RC - D01 - CL 28 D.	06/05/21	03/06/21	28	15.21	181.5	39725	218.9	104.2%
2	P-08 RC - D01 - CL 28 D.	06/05/21	03/06/21	28	15.08	181.5	40280	222.0	105.7%
3	P-08 RC - D01 - CL 28 D.	06/05/21	03/06/21	28	15.14	181.5	40169	221.4	105.4%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LMSCEACH

(Signature)
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. N° 147698

(Signature)
Jorge Tomapasca Panta
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: *APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: sábado, 15 de Mayo de 2021

FECHA EMISION: Jueves, 20 de Mayo de 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

NORMA: MTC E 704 / ASTM C-39 / ASSHTO T-22

DATOS DE LA MUESTRA:

$f'c$ de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE $f'c$
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-31 RC - D02 - CL 14 D.	04/05/21	18/05/21	14	15.21	181.5	31618	174.2	83.0%
2	P-32 RC - D02 - CL 14 D.	04/05/21	18/05/21	14	15.08	181.5	31729	174.9	83.3%
3	P-33 RC - D02 - CL 14 D.	04/05/21	18/05/21	14	15.04	181.5	31174	171.8	81.8%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



[Handwritten Signature]
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
[Handwritten Signature]
Jorge Tomapasca Pantoja
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f'_{c}= 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 28 de Mayo de 2021

FECHA EMISION: viernes, 4 de Junio de 2021

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS

NORMA: MTC E 704 / ASTM C-39 / ASSHTO T-22

DATOS DE LA MUESTRA:

f'_{c} de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f'_{c}
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-34 RC - D02 - CL 28 D.	04/05/21	01/06/21	28	15.21	181.5	39078	215.4	102.6%
2	P-35 RC - D02 - CL 28 D.	04/05/21	01/06/21	28	15.08	181.5	38967	214.7	102.3%
3	P-36 RC - D02 - CL 28 D.	04/05/21	01/06/21	28	15.14	181.5	38523	212.3	101.1%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



[Handwritten Signature]
DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR. N° 147898

LMSCEACH
[Handwritten Signature]
Jorge Tomapasca Pant.
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN sábado, 15 de Mayo de 2021

jueves, 20 de Mayo de 2021

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

NORMA: NTP 339.084 / MTC E 708 / ASTM C-496 / ASSHTO T-192

DATOS DE LA MUESTRA:

f_c de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f_c
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-58 RCD - D01 - CL 14 D.	07/05/21	21/05/21	14	15.21	181.5	18635	26.0	12.4%
2	P-59 RCD - D01 - CL 14 D.	07/05/21	21/05/21	14	15.08	181.5	18524	25.9	12.3%
3	P-60 RCD - D01 - CL 14 D.	07/05/21	21/05/21	14	15.04	181.5	18380	25.7	12.2%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



(Handwritten signature)
 EGNER MANUEL TORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898

LMSCEACH
(Handwritten signature)
Jorge Tamayosa Fariña
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN sábado, 15 de Mayo de 2021

jueves, 20 de Mayo de 2021

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

NORMA: NTP 339.084 / MTC E 708 / ASTM C-496 / ASSHTO T-192

DATOS DE LA MUESTRA:

f_c de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f_c
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-61 RCD - D01 - CL 28 D.	07/05/21	04/06/21	14	15.21	181.5	22823	31.9	15.2%
2	P-62 RCD - D01 - CL 28 D.	07/05/21	04/06/21	14	15.08	181.5	22379	31.2	14.9%
3	P-63 RCD - D01 - CL 28 D.	07/05/21	04/06/21	14	15.04	181.5	22934	32.0	15.2%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LMSCEACH
 Jorge Tompasca Par...
 Ing. de Suelos

(Signature)
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C. N° 147898



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN sábado, 15 de Mayo de 2021

jueves, 20 de Mayo de 2021

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

NORMA: NTP 339.084 / MTC E 708 / ASTM C-496 / ASSHTO T-192

DATOS DE LA MUESTRA:

f_c de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f_c
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-85 RCD - D02 - CL 14 D.	05/05/21	19/06/21	14	15.21	181.5	17898	25.0	11.9%
2	P-86 RCD - D02 - CL 14 D.	05/05/21	19/06/21	14	15.08	181.5	17643	24.6	11.7%
3	P-87 RCD - D02 - CL 14 D.	05/05/21	19/06/21	14	15.04	181.5	17787	24.8	11.8%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitant



[Handwritten Signature]
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Cir. N° 147898

[Handwritten Signature]
 LMSCEACH
 Jorge Tamayosa Par...



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

SOLICITANTE JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN sábado, 15 de Mayo de 2021

jueves, 20 de Mayo de 2021

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

NORMA: NTP 339.084 / MTC E 708 / ASTM C-496 / ASSHTO T-192

DATOS DE LA MUESTRA:

f_c de Diseño: 210 kg/cm²

Cemento: TIPO I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	LECTURA (Kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	% DE f_c
		MOLDEO	ROTURA						
1	P-88 RCD - D02 - CL 28 D.	05/05/21	02/06/21	28	15.21	181.5	21837	30.5	14.5%
2	P-89 RCD - D02 - CL 28 D.	05/05/21	02/06/21	28	15.08	181.5	21693	30.3	14.4%
3	P-90 RCD - D02 - CL 28 D.	05/05/21	02/06/21	28	15.04	181.5	21582	30.1	14.3%

- Muestreo e identificación realizados por el solicitant



(Handwritten Signature)
 DESIGNER MANUEL MORALES MILLONE
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Cir. N° 147898

(Handwritten Signature)
 LMSCEACH
 Jorge Tamayo Par...



INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE: JAIRO SMITH RUIZ ROJAS

PROYECTO: "APLICACIÓN DE ARENA TRITURADA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.

UBICACIÓN: Distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, Región de Lambayeque.

FECHA RECEPCIÓN: jueves, 20 de Mayo de 2021

FECHA EMISION: viernes, 4 de Junio de 2021

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

NORMA: MTC E 709 / ASTM C-78 / ASSHTO T-97

DATOS DE LA MUESTRA:

$f'c$ de Diseño: 210 kg/cm²

Longitud de la luz: 54.00 cm

Cemento: Tipo I

N° MUESTRA	ELEMENTO	FECHA		EDAD (días)	ANCHO PROM. (cm)	ALTO PROM. (cm)	DIST. a (cm)	LECTURA (kg.f)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	OBSERVACIÓN
		MOLDEO	ROTURA							
1	P-1 RTF - D01 - CL 14 D.	06/05/21	20/05/21	14	15.1	15.1	----	3259	42.6	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
2	P-2 RTF - D01 - CL 14 D.	06/05/21	20/05/21	14	15.1	15.1	----	3270	42.7	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
3	P-13 RTF - D02 - CL 14 D.	05/05/21	19/05/21	14	15.1	15.1	----	3039	39.7	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
4	P-14 RCD - D02 - CL 14 D.	05/05/21	19/05/21	14	15.1	15.1	----	3025	39.5	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
5	P-3 RTF - D01 - CL 28 D.	06/05/21	03/06/21	28	15.1	15.1	----	3843	50.2	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
6	P-4 RTF - D01 - CL 28 D.	06/05/21	03/06/21	28	15.1	15.1	----	3765	49.2	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
7	P-15 RTF - D02 - CL 28 D.	05/05/21	02/06/21	28	15.1	15.1	----	3655	47.8	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.
8	P-16 RCD - D02 - CL 28 D.	05/05/21	02/06/21	28	15.1	15.1	----	3680	48.1	La fractura se inicia, dentro del tercio de luz libre.

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

- R = Módulo de rotura (Kg/cm²)
- P = Máxima carga aplicada indicada por la maquina de ensayo (kgf)
- l = Longitud libre entre apoyos (cm)
- b = Ancho promedio de la muestra (cm)
- d = Altura promedio de la muestra (cm)
- a = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medida sobre la zona de tensión de la viga (cm)

1. **Formula:** Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times l}{b \times d^2}$$

2. **Formula:** Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma.

$$R = \frac{3P \cdot a}{b \times d^2}$$

3. Si la fractura ocurre en la zona de tensión fuera del tercio medio de la luz libre en más del 5% de la luz libre, no se deberá tener en cuenta los resultados del ensayo.

Jorge Tomapasca Pantarín
 TEO. DE SUELOS Y FUNDACIONES

DESIGNER MANTE DIORALES MILLONES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 147898



Fecha de emisión 2020/09/20

Solicitante **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO**

Dirección AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación 1068-105-2020

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo EB30

N° de serie 8033071912

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-CHICLAYO E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/09/17

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0826-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0827-LM-2019
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0170-CLM-2019

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.05	-0.1
9	15000.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15000.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.08	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.04	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.03	-0.01	0.01	10	0.04	-0.03	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.06	0	0	1000	0.06	-0.04	0.01	1
2500	2500	0.04	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.3	-0.05	1
15000	14999	0.15	0.01	0.01	14999	0.15	0.43	0.18	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	29999	0.09	0.15	0.18	29999	0.09	-0.28	-0.24	5

Leyenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2^* \sqrt{0.16706 \text{ g}^2 + 0.0000000008320 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.844152519 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1072-105-2020

Página 1 de 3

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/09/20

Solicitante **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO- CHICLAYO**

Dirección AV. AUGUSTO B. LEGUIA NRO. 287 P.J. SIMON
BOLIVAR LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

Identificación 1072-105-2020

Marca CYM

Modelo PM-20

Serie 202002

Capacidad 100,000 kg

Indicador FORNEY

Serie NO INDICA

Bomba ELÉCTRICA

Procedencia USA

Lugar de calibración Laboratorio de LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO-
CHICLAYO E.I.R.L.

Fecha de calibración 2020/09/17

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 TN	192-19 con trazabilidad INF-LE 250-18.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	10002	9999	0.02	-0.01	10000.5	0.005	0.02
20000	19990	19990	-0.05	-0.05	19990.0	-0.05	0.00
30000	29998	29980	-0.01	-0.07	29989.0	-0.04	0.04
40000	39930	39920	-0.18	-0.2	39925.0	-0.19	0.02
50000	50010	49995	0.02	-0.01	50002.5	0.01	0.02
60000	59950	59960	-0.08	-0.07	59955.0	-0.08	0.01
70000	69980	69990	-0.03	-0.01	69985.0	-0.02	0.01
80000	80041	80040	0.05	0.05	80040.5	0.05	0.00

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

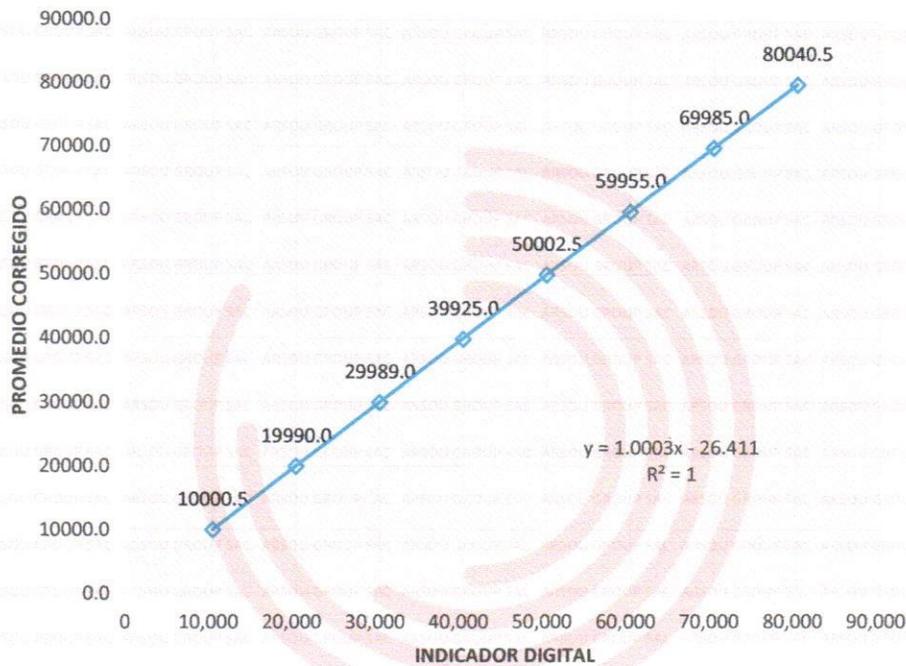
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,003x - 26,411$

Coefficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

